№ 0622-0658401 D 29 06 2022

შპს „ლიბერთი სითი“
ბატონ დავით მახარაშვილს
ელ. ფოსტა: d.makharashvili@gmail.com
ტელეფონი: 599 35 84 07

შპს ,,ჯორჯიან უოთერ ენდ ფაუერი“ (შემდგომში „კომპანია“)თქვენი განცხადების საფუძველზე („კომპანიაში“რეგისტრაციის #IN22-0641443, თარიღი 19/05/2022წ. ჭავჭავაძის გამზ. N5ა-ს მიმდებარედ ს/კ 01.14.14.011.048 მშენებლობის გენ. გეგმის შეთანხმების შესახებ), დამატებით გაცნობებთ, რომ „კომპანიასთან“ გაფორმებული ხელშეკრულების საფუძველზე, თქვენს მიერ წარმოდგენილი გენ. გეგმა შეთანხმებულია.

ასევე გაცნობებთ, რომ საპროექტო ტერიტორიაზე შესაძლებელია გადიოდეს კერძო მფლობელობაში არსებული წყალსადენ-წყალარინების ქსელები, რომელთა შესახებ ,,კომპანია“ ინფორმაციას არ ფლობს.

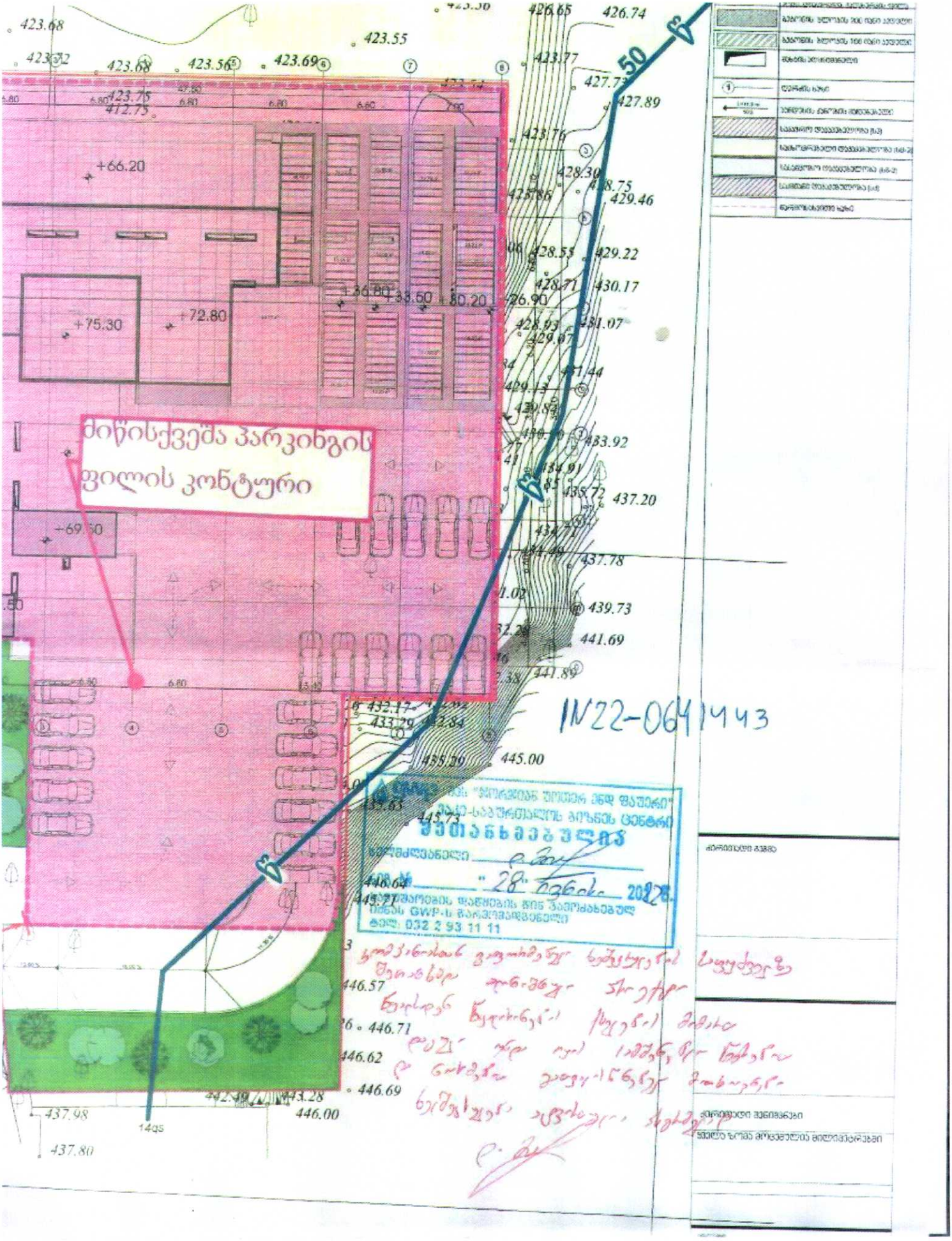
ქსელის დაზიანების თავიდან აცილების მიზნით, სამუშაოების დაწყების წინ გთხოვთ, დაუკავშირდეთ ,,კომპანიის“ წარმომადგენელს:

ვაკე-საბურთალოს ბიზნეს ცენტრის მენეჯერი კახა წამალაიძე. ტელ: 595 11 55 99.

პატივისცემით,

გიორგი სვანიშვილი
კომერციული დირექტორი

შემსრულებელი: ლ. გაგნიძე; ჯ. ჩაჩხალია
ტელეფონი: 293 11 11 (21-02); (11-27)


მიწისქვეშა პარკინგის
ფილის კონტური
+66.20
+75.30
+72.80
+69.50
+36.80
+38.50
+80.20
IN22-064443
"28" ნოემბერი 2022
423.68
423.55
423.56
423.69
423.75
412.75
426.65
426.74
423.77
427.89
423.76
428.30
428.75
429.46
428.53
429.22
428.71
430.17
426.90
428.93
431.07
429.07
431.44
433.92
434.91
435.72
437.20
434.71
437.78
439.73
441.69
441.89
445.00
446.64
446.57
446.71
446.62
446.69
446.00
437.98
437.80
14qs

ხელშეკრულება

წინამდებარე ხელშეკრულება (შემდგომში „**ხელშეკრულება**“) დადებულია ქ. თბილისში, 2022 წლის 27 ივნისს შემდეგ მხარეებს შორის:

ერთი მხრივ, შპს „**ჯორჯიან უოთერ ენდ ფაუერი**“, ს/ნ 203826002 (შემდგომში „**GWP**“), წარმოდგენილი მისი გენერალური დირექტორის, ირაკლი ბაბუხადიას მიერ; და

მეორე მხრივ, **შპს „ლიბერთი სითი“**, საიდენტიფიკაციო ნომერი: 205232773 (შემდგომში „**კომპანია**“), წარმოდგენილი მისი დირექტორის, კობა გილაშვილის მიერ;

„GWP“ და „კომპანია“ ერთობლივად მოხსენიებულნი როგორც „**მხარეები**“, ხოლო ცალ-ცალკე - როგორც „**მხარე**“;

ვინაიდან,

(ა) „კომპანია“ წარმოადგენს შემდეგი უძრავი ქონების, მდებარე ქალაქ თბილისში, ჭავჭავაძის გამზირი N5ა, საკადასტრო კოდი: 01.14.14.011.048 (შემდგომში „**მიწის ნაკვეთი**“) თანამესაკუთრეს და ასევე, „კომპანია“ ახორციელებს მრავალბინიანი საცხოვრებელი სახლის პროექტის მომზადებას „მიწის ნაკვეთზე“;

(ბ) „კომპანიის“ მიზანია, „მიწის ნაკვეთზე“ აწარმოოს სამშენებლო სამუშაოები და განათავსოს მრავალბინიანი საცხოვრებელი სახლი (შემდგომში „**ნაგებობა**“);

(გ) „მიწის ნაკვეთზე“ გაედინება „GWP“-ს მფლობელობაში არსებული დ=50მმ-იანი წყალმომარაგების მილი (შემდგომში „**მილი**“), რომელთან მიმართებით, „კომპანიის“ მიერ „ნაგებობის“ მოწყობის შემთხვევაში, დაირღვევა მოქმედი სამშენებლო ნორმებისა და წესების მოთხოვნა, რომ დაშორება წყალმომარაგების მილიდან ნებისმიერ შენობა-ნაგებობამდე უნდა იყოს არანაკლებ 5 მეტრი;

(დ) „მიწის ნაკვეთზე“ ვერ ხორციელდება შურფირებისათვის აუცილებელი ტექნიკის შეყვანა გზის არარსებობის გამო, შესაბამისად ვერ ხერხდება „მილის“ ზუსტი ტრაექტორიის დადგენა;

(ე) შესაბამისად, „კომპანიის“ მიერ სამშენებლო სამუშაოების წარმოებამდე და „ნაგებობის“ მოწყობამდე უნდა მოხდეს „მილის“ ზუსთი ტრაექტორიის დადგენა და საჭიროების შემთხვევაში, მისი გადატანა მოქმედი სამშენებლო ნორმებითა და წესებით გათვალისწინებულ მანძილზე, „GWP“-ს მიერ, რომელთან დაკავშირებული ყველა ხარჯი უნდა აანაზღაუროს „კომპანიამ“.

ამდენად,

1. „კომპანია“ ვალდებულია, „მიწის ნაკვეთზე“ სამშენებლო სამუშაოების დაწყებამდე, საკუთარი ხარჯით უზრუნველყოს „მიწის ნაკვეთზე“ შურფირების ჯეროვნად განხორციელებისათვის აუცილებელ ტექნიკაზე ადაპტირებული გზის/მოედნის მოწყობა და „მილის“ ზუსტი ტრაექტორიის დადგენა.

2. „კომპანია“ ვალდებულია, შურფირების პროცესი და „მილის“ ზუსტი ტრაექტორიის დადგენა განახორციელოს „GWP“-ს წარმომადგენლების დასწრებით/მონაწილეობით, წინააღმდეგ შემთხვევაში, „კომპანიის“ მიერ ცალმხრივად დადგენილი „მილის“ ტრაექტორია ვერ მიიჩნევა სარწმუნოდ.

3. „მიწის ნაკვეთზე“ „მილის“ ზუსტი ტრაექტორიის დადგენის შემდგომ, იმ შემთხვევაში, თუ განსათავსებელი „ნაგებობა“ „მილთან“ მიმართებით დაარღვევს სამშენებლო ნორმებსა და წესებს, „კომპანია“ ვალდებულია, საკუთარი ხარჯით უზრუნველყოს „მილის“ გადატანა მოქმედი სამშენებლო ნორმებითა და წესებით გათვალისწინებულ დისტანციაზე, „GWP“-ს მიერ შედგენილი პროექტის მიხედვითა და „GWP“-ს ზედამხედველობით, „GWP“-ს მხრიდან წერილობითი მოთხოვნის მიღებიდან უმოკლეს ვადაში, თუმცა, არაუგვიანეს 60 (სამოცი) კალენდარული დღისა.

4. „კომპანია“ ვალდებულია, „ხელშეკრულების“ მე-3 პუნქტით გათვალისწინებული წერილობითი შეტყობინების მიღებიდან უმოკლეს ვადაში, თუმცა, არაუგვიანეს 3 (სამი) სამუშაო დღის ვადაში უზრუნველყოს პროექტირებისა და ტექნიკური ზედამხედველობის შესახებ ხელშეკრულების გაფორმება და ამ ხელშეკრულებით განსაზღვრული საფასურის გადახდა.

5. „კომპანიის“ მიერ წინამდებარე „ხელშეკრულების“ რომელიმე პირობის დარღვევის შემთხვევაში, „GWP“ უფლებას იტოვებს ქალაქ თბილისის მერიიდან გამოითხოვოს „კომპანიის“ მიერ „ნაგებობის“ სამშენებლო სამუშაოებზე გაცემული თანხმობის წერილი და მიმართოს ქალაქ თბილისის მერიის მუნიციპალურ ინსპექციას „სამშენებლო სამუშაოების“ შეჩერების მოთხოვნით.

6. „კომპანია“ კისრულობს ვალდებულებას „მიწის ნაკვეთის“ და მომავალში მასზე განთავსებული „ნაგებობის“ ან მისი ნებისმიერი ნაწილის გასხვისების შემთხვევაში, გააცნოს წინამდებარე „ხელშეკრულება“ და მისი შინაარსი ნებისმიერ ახალ შემძენს.

7. წინამდებარე „ხელშეკრულება“ ძალაში შედის და შესასრულებლად სავალდებულო ძალას იძენს „მხარეების“ მიერ მისი ხელმოწერისთანავე.

8. „მხარეები“ ადასტურებენ, რომ მათ გაცნობიერებული აქვთ წინამდებარე „ხელშეკრულების“ შინაარსი, იგი ზუსტად გამოხატავს „მხარეთა“ თავისუფალ ნებას და რომ

მათ მიერ ნების გამოვლენა მოხდა „ხელშეკრულების“ შინაარსის გონივრული განსჯის შედეგად.

9. წინამდებარე „ხელშეკრულება“ რეგულირდება და განიმარტება საქართველოს მოქმედი კანონმდებლობის შესაბამისად.

10. „მხარეთა“ შორის წინამდებარე „ხელშეკრულების“ ირგვლივ წამოჭრილი ან მისგან გამომდინარე ნებისმიერი დავა უნდა გადაწყდეს მოლაპარაკების გზით. იმ შემთხვევაში, თუ „მხარეები“ ვერ შეძლებენ შეთანხმების მიღწევას, დავა განსახილველად გადაეცემა საქართველოს შესაბამისი განსჯადობის სასამართლოს.

11. წინამდებარე „ხელშეკრულების“ რომელიმე დებულების ბათილობა არ იწვევს მისი სხვა დებულებ(ებ)ის ან/და მთლიანად „ხელშეკრულების“ ბათილობას.

12. წინამდებარე „ხელშეკრულება“ ცვლის და აუქმებს „მხარეებს“ შორის ხელშეკრულების საგანთან დაკავშირებით მანამდე არსებულ ყველა სხვა წერილობით თუ ზეპირ შეთანხმებას, ხელშეკრულებას, გარიგებას ან/და დათქმას.

13. წინამდებარე „ხელშეკრულება“ შეუზღუდავად ვრცელდება „მხარეების“ უფლებამონაცვლეებზე და სამართალმემკვიდრეებზე, ავალდებულებს მათ და მოქმედებს მათ სასარგებლოდ.

14. წინამდებარე „ხელშეკრულება“ შედგენილია თანაბარი იურიდიული ძალის მქონე 2 (ორი) ეგზემპლარად ქართულ ენაზე, რომელთაგან თითო ეგზემპლარი გადაეცემა თითოეულ „მხარეს“.

ყოველივე ზემოაღნიშნულის დასტურად, „მხარეებმა“ უზრუნველყვეს წინამდებარე „ხელშეკრულების“ ხელმოწერა, ზემოთ პირველად აღნიშნულ თარიღზე.

შპს „ჯორჯიან უოთერ ენდ ფაუერი“	შპს „დიბერთი სითი“
ირაკლი ბაბუხადია გენერალური დირექტორი	კობა გილაშვილი დირექტორი

01011002998.

სამშენებლო ობიექტების
კომპიუტერული ტექნოლოგიებით
პროექტირების საინჟინრო ცენტრი
შპს ალფა პროჯექტ ჯორჯია

ENGINEERING CENTER OF
COMPUTER AIDED
DESIGN
Alpha Project Georgia LTD

ს/კ 406068758

I/C 406068758

ქ. თბილისი, ქ. ჩოლოყაშვილის №57ა, კორ. 3; ბ. 24
57a, Cholokashvili Str., Block #3, Flat#24, Tbilisi, Georgia

27.05.2022

დასკვნა

ქ.თბილისში, ვაკის რაიონი, ჭავჭავაძის გამზირი #5ა-ში არსებულ მიწის ნაკვეთზე (ს/კ01.14.14.011.048) მშენებარე მრავალფუნქციური კომპლექსისა და მის მოსაზღვრე ტერიტორიაზე არსებული შენობა-ნაგებობების ურთიერთ გავლენის შესახებ.

დამკვეთი შპს „ბანი 2007“-სთან გაფორმებული ხელშეკრულების საფუძველზე შპს „ალფა პროჯექტ ჯორჯია“-ს სპეციალისტების მიერ განხილული იქნა დამკვეთის მიერ დასმული შემდეგი კითხვები და დავალებები:

1) **იქონიებს თუ არა ქ.თბილისში, ვაკის რაიონი, ჭავჭავაძის გამზირი #5ა-ში არსებულ მიწის ნაკვეთზე (ს/კ01.14.14.011.048) მშენებარე მრავალფუნქციური კომპლექსის ქვაბულის მოჭრისა და მისი ფერდის გამაგრება-გაძლიერების სამუშაოების ჩატარება მომიჯნავე ტერიტორიებზე არსებული შენობება-ნაგებობების ზიდვის უნრზე და მდგრადობაზე**

2) **შეუქმნის , თუ არა საფრთხეს მომიჯნავე შენობა-ნაგეგობების ზიდვის უნარსა და მდგრადობას კომპლექსის მშენებლობა, როგორც მშენებლობის ასევე მისი შემდგომი ექსპლუატაციის პროცესში.**

დამკვეთის მიერ ექსპერტის წინაშე წარმოდგენილი იქნა შემდეგი მასალები:

- ქ.თბილისში, ვაკის რაიონი, ჭავჭავაძის გამზირი #5ა-ში არსებულ მიწის ნაკვეთზე (ს/კ01.14.14.011.048) მშენებარე მრავალფუნქციური კომპლექსის პროექტის არქიტექტურული და კონსტრუქციული ნაწილი, როგორც დაბეჭდილ ასევე ელექტრონულ ვერსისში.

- საინჟინრო-გეოლოგიური დასკვნა, რომელის დამუშავებული იქნა შპს „ახალი საქქალაქმშენპროექტი“-ს მიერ 2017წ-ს. (წამვანი ინჟინერ გეოლოგი ნ. ილაშვილი; კვლევების განყოფილების მთავარი გეოლოგი ა. პასიკაშვილი)

საკვლევი ტერიტორიის ზოგადი დახასიათება.

საკვლევი ტერიტორია მდებარეობს ქ. თბილისში, ვაკეში, ჭავჭავაძის გამზირი 5ა-ში ატენის ქუჩის გაგრძელებაზე (ს/კ01.14.14.011.048).ტერიტორია გეომორფოლოგიურად წარმოადგენს მდ. ვერე-ს ხეობის მარჯვენა ფერდის ნაწილს, რომლის ცენტრალური ნაწილი გაკვეთილია ეროზიული ხევით. რელიეფის აბსოლუტური ნიშნულები სამშენებლო უბნის ფარგლებში მერყეობს 423.40-:-446.70 მ-ის ფარგლებში.

საქართველოს ტერიტორიის სეისმური დარაიონებისა და საინჟინრო გეოლოგიური კვლევების შესაბამისი დასკვნებისა და რეკომენდაციების მიხედვით უბანი განლაგებულია 8 ბალიანი სეისმური საშიშროების ზონაში MSK64 სკალის მიხედვით (A=0.17); გრუნტის კატეგორია სეისმური თვისებების მიხედვით - II; სამშენებლო მოედანზე ქარის ნორმატიული დატვირთვა შეადგენს - 60 კგძ/მ2 (15 წლიანი განმეორებადობის პერიოდით), ხოლო თოვლის საფარის ნორმატიული დატვირთვა - 50 კგძ/მ2 (14 დღე - თოვლის საფარის დღეთა რიცხვი).

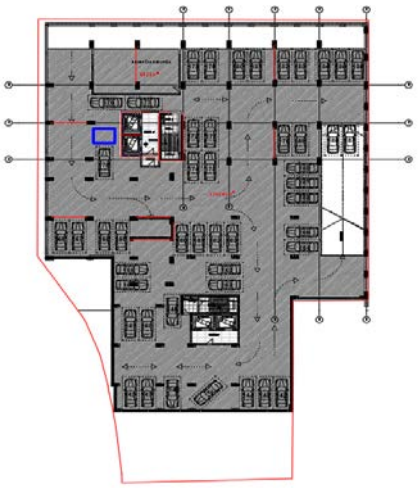
საპროექტო შენობის კონსტრუქციული ნაწილისა და მომიჯნავედ არსებული შენობების კვლევისას გამოყენებული იქნა შემდეგი ნორმატიული დოკუმენტები და ინსტრუქციები:

- სამშენებლო ნორმების და წესების - „სეისმომედეგი მშენებლობა“ (პრ 01.01-09) საქართველოს ეკონომიკური განვითარების მინისტრის ბრძანება № 1-1/2284. 2009 წლის 7 ოქტომბერი, ქ. თბილისი;
- (СНиП II-7-81* Строительство в сейсмических районах)

- სამშენებლო ნორმების და წესების - „ბეტონის და რკინაბეტონის კონსტრუქციები“ (პრ 01.01-09) საქართველოს ეკონომიკური განვითარების მინისტრის ბრძანება № 1-1/2391. 2009 წლის 23 ოქტომბერი, ქ. თბილისი
- СНиП 2.01.07.85. «Нагрузки и воздействия»
- სამშენებლო ნორმების და წესების -„შენობების და ნაგებობების ფუძეები“ (პრ 02.01-08) საქართველოს ეკონომიკური განვითარების მინისტრის ბრძანება № 1-1/1924. 2008 წლის 17 სექტემბერი, ქ. თბილისი;
- СНиП 2ю02ю01-83* „შენობების და ნაგებობების ფუძეები“ (1995 წ-ს განახლება);

1) საპროექტო შენობის მოსაზღვრედ არსებული შენობა-ნაგებობების ვიზუალურ-ტექნიკური გამოკვლევა და მათი მზიდი კონსტრუქციების ტექნიკური მდგომარეობის შეფასება.

საპროექტო შენობა, რომელიც მდებარეობს ქ.თბილისში, ვაკის რაიონი, ჭავჭავაძის გამზირი #5ა-ში არსებულ მიწის ნაკვეთზე (ს/კ01.14.14.011.048) (სურ.-1. ფოტო-1)



სურათი-1



ფოტო-1

აღმოსავლეთის მხრიდან საკადასტრო გეგმის (ს/კ 01.14.14.010.012) მიხედვით ესაზღვრება მრავალფუნქციური კომპლექსი, (ფოტო-2;3) რომელიც შედგება სამი ნაკვეთურისაგან. ისინი ერთმანეთისაგან გამოყოფილნი არიან სადეფორმაციო ნაკერით, რომელიც ამავე დროს ანტისეისმური ნაკერის როლსაც ასრულებს. კომპლექსის განაპირა ნაკვეთურები13 სართულიანი, ხოლო შუა ნაკვეთური 14 სართულიანი. სამივე ნაკვეთურს გააჩნია მიწისქვეშა სართულები, რომლებიც განკუთვნილია ავტოფარეხებისათვის და ერთი მანსარდის სართული. შენობა კონსტრუქციული თვალსაზრისით

ჩარჩოკავშირებიანია მონოლითური დიაფრაგმებით. თითოეული ნაკვეთური გეგმაში მართკუთა მოხაზულობისაა.



ფოტო-2



ფოტო-3

კომპლექსის გაბარიტული ზომები დაახლოებით 93X18მ-ია. შენობის მზიდ კონსტრუქციებს წარმოადგენს: რკინაბეტონის ნაბურღ-ნატენი ხიმინჯები, ფილა-როსტვერკი, მონოლითური სვეტები და სართულშორისი გადახურვის კონსტრუქციები.

როგორც ვიზუალურმა დათვალიერებამ ცხადყო შენობა ტექნიკური თვალსაზრისით დამაკმაყოფილებელ მდგომარეობაშია, მას არ აღენიშნება ჯდენით ან სხვა რაიმე ზემოქმედებით გამოწვეული დეფორმაციები.

საროექტო შენობას სამხრეთის მხარეს ესაზღვრება ატენის ქ. #18-ში (ს/კ 01.14.14.011.049) ბდებარე 13 სართულიანი საცხოვრებელი კორპუსი, რომელიც შედგება ორი ნაკვეთურისაგან. (ფოტო-4;5) ისინი ერთმანეთისაგან გამოყოფილნი არიან სადეფორმაციო ნაკერით, რომელიც ამავე დროს ანტისეისმური ნაკერის როლსაც ასრულებს. აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ ზოგიერთ სართულზე სადეფორმაციო ნაკერებში მოწყობილია სათავსები. შენობას გააჩნია ერთი მიწისპირა ავტოფარეხი.(ფოტო-6) შენობა კონსტრუქციული თვალსაზრისით ჩარჩოკავშირებიანია მონოლითური დიაფრაგმებით. თითოეული ნაკვეთური გეგმაში რთული მოხაზულობისაა. კომპლექსის გაბარიტული ზომები დაახლოებით 62X20მ-ია. შენობის მზიდ კონსტრუქციებს წარმოადგენს: რკინაბეტონის საძირკვლის ფილა, მონოლითური სვეტები და რიგელები,

სართულშორისი გადახურვის რკინაბეტონის ფილები. შენობის სახურავი ოთხქანობიანია და მოწყობილია თუნუქის ბურულით ხის ნივნივებზე.



ფოტო-4



ფოტო-5

შენობას ფასადზე აღენიშნება დახრილი ბზარები. მეორე სართულზე მიწყობილია დამატებითი რკინაბეტონის აივნები (ფოტო-7), რომელიც გამაგრებულია ლითონის დახრილი ირიბანებით. შეიძლება ითქვას, რომ შენობა ტექნიკური თვალსაზრისით დამაკმაყოფილებელ მდგომარეობაშია.



ფოტო-6



ფოტო-7

საპროექტო ტერიტორიას დასავლეთის მხარეს ესაზღვრება „მზიური“-დან ატენის ქუჩაზე ასასვლელი ლითონის ერთმარშიანი კიბე, რომლის მზიდი კონსტრუქციები (კასაურები და საყრდენები) მოწყობილია ლითონის მილკვადრატებით, ხოლო საფეხურები და ბაქნები ლითონის პერფორირებული ფურცლებით.(ფოტო-8;9),

შპს “ალფა პროჯექტ ჯორჯია“
სამშენებლო ობიექტების კომპიუტერული ტექნოლოგიებით პროექტირების საინჟინრო ცენტრი
მობ. 599 74 44 80; e-Mail: Themo_ge@yahoo.de



ფოტო-8



ფოტო-9

საკვლევ ტერიტორიას ჩრდილოეთის მხაეს ესაზღვრება (ს/კ 01.14.14.005.195) საცხოვრებელი კორპუსი, რომელიც 15 სართულიანია. საცხოვრებელი კორპუსის პირველი და მეორე სართულები შესაბამისად გამოყენებულია ავტოფარეხებისა და საოფისე ფართებად. შენობა კონსტრუქციული თვალსაზრისით ჩარჩოკავშირებიანია მონოლითური დიაფრაგმებით. იგი გეგმაში მართკუთა მოხაზულობისაა.



ფოტო-10



ფოტო-11

მისი გაბარიტული ზომები დაახლოებით 59X19მ-ია (ფოტო-10;11), შენობის მზიდ კონსტრუქციებს წარმოადგენს: რკინაბეტონის ნაბურღ-ნატენი ხიმინჯები, ფილა-როსტვერკი, მონოლითური სვეტები და სართულშორისი გადახურვის კონსტრუქციები.

როგორც ვიზუალურმა დათვალიერებამ ცხადყო შენობა ტექნიკური თვალსაზრისით დამაკმაყოფილებელ მდგომარეობაშია, მას არ აღენიშნება ჯდენით ან სხვა რაიმე ზემოქმედებით გამოწვეული დეფორმაციები.

საკადასტრო გეგმის (ს/კ 01.14.14.005.248) მიხედვით საპროექტო შენობას ჩრდილო-დასავლეთის მხარეს ესაზღვრება 7 სართულიანი მშენებარე მრავალფუნქციური კომპლექსი.იგი გეგმაში რთული მოხაზულობისაა.(ფოტო-12;13)



ფოტო-12



ფოტო-13

დღეის მდგომარეობით დამთავრებულია რკინაბეტონის სამუშაოები, ნაწილობრივ ამოყვანილია ბლოკის კედლები და მიმდინარეობს ფასადზე ვიტრაჟების მოწყობის სამუშაოები. შენობა კონსტრუქციული თვალსაზრისით ჩარჩოკავშირებიანია მონოლითური დიაფრაგმებით. იგი გეგმაშირთული მოხაზულობისაა. რკინაბეტონის ნაბურღ-ნატენი ხიმინჯები, ფილა-როსტვერკი, მონოლითური სვეტები და სართულშორისი გადახურვის კონსტრუქციები.

როგორც ვიზუალურმა დათვალიერებამ ცხადყო შენობის მზიდი ელემენტები მოწყობილი და დამონტაჟებულია მაღალ საშემსრულებლო დონეზე. საერთო დადებითი სურათიდან გამომდინარე შეიძლება გაკეთდეს დასკვნა, რომ ტექნილური თვალსაზრისით შენობა კარგ მდგომარეობაშია, იგი აკმაყოფილებს ქვეყანაში მოქმედ სამშენებლო და სეისმურ ნორმებს.

საკადასტრო გეგმის (ს/კ 01.14.14. 010.028) მიხედვით საპროექტო შენობას სამხრეთ-აღმოსავლეთის მხარეს ესაზღვრება მშენებარე მრავალპროფილური სამედიცინო კომპლექსი, რომელიც შედგება სამი ნაკვეთურისაგან.

I-ნაკვეთური ოთხსართულიანია სარდაფის სართულით. იგი გეგმაში რთული მოხაზულობისაა. მისი მაქსიმალური გაბარიტული ზომები განაპირა ღერძებში 77.50X38.60მ-ია.

II-ნაკვეთური მიწისქვეშა ერთსართულიანია ნაგებობაა, რომელიც განკუთვნილია ავტოფარეხებისათვის იგი გეგმაში რთული მოხაზულობისაა. იგი გეგმაში რთული მოხაზულობისაა. მისი მაქსიმალური გაბარიტული ზომები განაპირა ღერძებში 76.50X24.60მ-ია.

III-ნაკვეთური ხუთსართულიანია გეგმაში რთული მოხაზულობის. მისი მაქსიმალური გაბარიტული ზომები განაპირა ღერძებში 74.60X13.80მ-ია.

კონსტრუქციული თვალსაზრისით შენობა ჩარჩო-კავშირებიან სისტემას წარმოადგენს. სართულშორისი გადახურვები განხორციელებულია 22სმ. სისქის ურიგელო მონოლითური ფილებით(ფოტო14;15),



ფოტო-14



ფოტო-15

ხოლო გადახურვის კონსოლურ ნაწილზე და პერიმეტრზე მოწყობილი აქვს წიბოები (ფოტო16). შენობის დიდმალიანი გადახურვები მოწყობილია ლითონის ფერმების მეშვეობით.(ფოტო17). შენობის საძირკვლის ტიპი ხიმინჯოვანია, რომელიც ეფუძნება ძირითად ქანებს. დღეის მდგომარეობით მიმდინარეობს რკინაბეტონის სამონტაჟო სამუშაოები. დამონტაჟებულია გადახურვის კონსტრუქციები, ამოყვანილია სვეტები და პილონები, მოწყობილია ლითონის ფერმები.



ფოტო-16



ფოტო-17

როგორც ვიზუალურმა დათვალიერებამ ცხადყო შენობის მზიდი ელემენტები მოწყობილი და დამონტაჟებულია მაღალ საშემსრულებლო დონეზე. საერთო დადებითი სურათიდან გამომდინარე შეიძლება გაკეთდეს დასკვნა, რომ ტექნილური თვალსაზრისით შენობა კარგ მდგომარეობაშია, იგი აკმაყოფილებს ქვეყანაში მოქმედ სამშენებლო და სეისმურ ნორმებს.

საკადასტრო გეგმის (ს/კ 01.14.14. 011.021) მიხედვით საპროექტო შენობას სამხრეთ-დასავლეთის მხარეს ესაზღვრება მრავალსართულიანი საცხოვრებელი სახლის მიწისზედა ერთსართულიანი ავტოფარეხები 20(1) და 24(1). ავტოფარეხები გეგმაში სწორკუთხა მოხაზულობისაა(ფოტო 18;19).



ფოტო-18



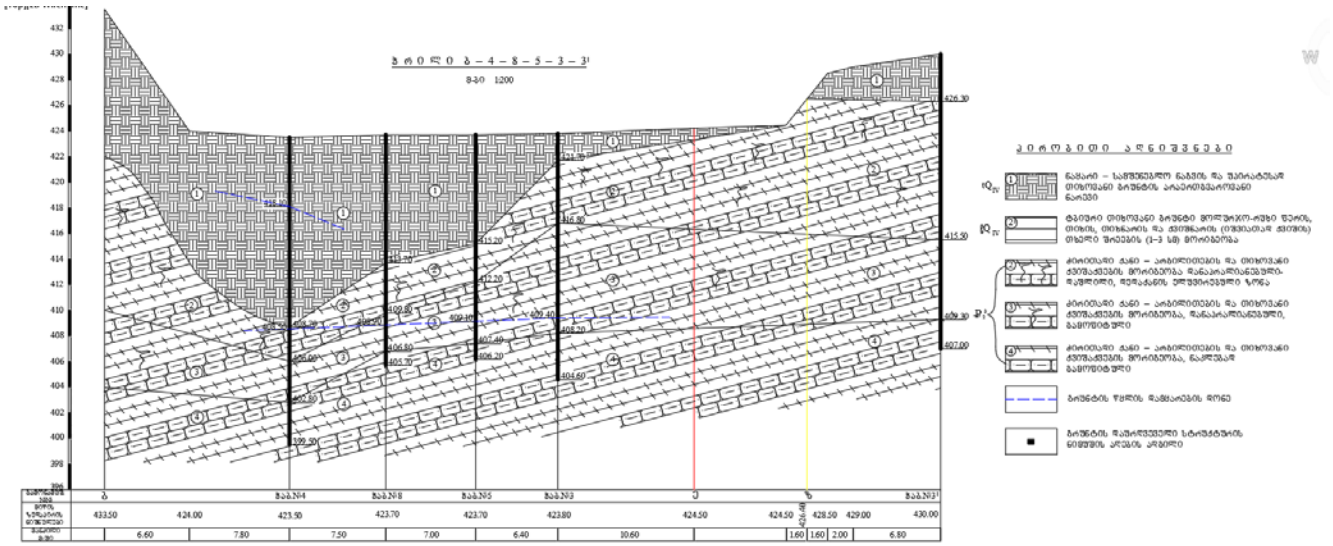
ფოტო-19

მათი მზიდი კონსტრუქციებია: რკინაბეტონის ლენტური საძირკვლები, მზიდი კედლები, რომელიც განხორციელებულია აგურის კომპლექსური წყობით, ქვიშა-ცემენტის ხსნარზე. ავტოფარეხში შესასვლელი „ორფრთიანი“ კარი მოწყობილია ლითონისაგან. გადახურვის მზიდი კონსტრუქციები მოწყობილია ხის ნივნივების მეშვეობით, ბურული თუნუქის ფურცლებით.

როგორც ვიზუალურმა დათვალიერებამ ცხადყო ავტოფარეხების ტექნიკური მდგომარეობა არადამაკმაყოფილებელია. იგი ვერ აკმაყოფილებს ქვეყანაში მოქმედ სამშენებლო და სეისმური ნორმების მოთხოვნებს.

3) გეოლოგიური კვლევის ტექნიკური დოკუმენტაციის შესწავლა და მათი ანალიზი.

აღნიშნულ სამშენებლო ტეიტორიაზე ჩატარებული საინჟინრო-გეოლოგიური დასკვნის მიხედვით გამოიყოფა ხუთი ფენა (ფოტო-14) (ფენა#1-ნაყარი; ფენა#2-ძირითადი ქანი ძლიერ გამოფიტული(ელუვირებული ფენა); ფენა#3-ძირითადი ქანი, გამოფიტული; ფენა#4-ძირითადი ქანი ნაკლებად გამოფიტული. სამშენებლო უბანი ხასიათდება გრუნტის წყლის შედარებით ღრმად გამოვლინებით 13-14მ.



ფოტო-18

გეოლოგიური კვლევებისა და შენობის გეგმარებითი პარამეტრებიდან გამომდინარე შენობის საძირკვლის ტიპად მიღებული იქნა რკ.ბ-ის ნაბურღ-ნატენი ხიმინჯები დიამეტრით 1200მმ. იგი ჩაანკერებულია ძირითად ქანში (ფენა-4), რომლის ფიზიკურ-მექანიკური მახასიათებლებია: ფენა#5.

სიმკვრივე $\rho=2.4$ტ/მ^3

სიმტკიცის ზღვარი ერთღერძა კუმშვაზე ყალგაჯერებულ მდგომარეობაში Rc,n=134კგ/სმ^2

დრეკადობის მოდული გასაშუალებული Ed=39430კგ/სმ^2

პუასონის კოეფიციენტი μ=0,20

- **საპროექტო შენობის მოკლე კონსტრუქციული დახასიათება**

ასაშენებელი შენობა ოცდაექვს სართულიანია,(მათ შორის ოთხი მიწისქვეშა და ერთი მიწისპირა სართული) ფოტომონტაჟი-1. კონსტრუქციული თვალსაზრისით იგი გადაწყვეტილია, როგორც ჩარჩოსებრ-კავშირებიანი სისტემა რკინაბეტონის დიაფრაგმებით; შენობის მაქსიმალური გაბარიტული ზომები **63.82 X 48.00** მ-ია. მალის მაქსიმალური სიგრძე შეადგენს **L=7.00** მ-ს. სართულის სიმაღლეებია: მიწისქვეშა სართულები, რომლების განკუთვნილნი არიან ავტოფარეხებისათვის ტოლია H=3.50. მ-ის. პირველი სართულის სიმაღლე H=4.5მ-ია, ხოლო დანარჩენი სართულის სიმაღლეები ტოლია H=3.30მ-ის.



ფოტომონტაჟი-1

შპს "ალფა პროჯექტ ჯორჯია"
სამშენებლო ობიექტების კომპიუტერული ტექნოლოგიებით პროექტირების საინჟინრო ცენტრი
მობ. 599 74 44 80; e-Mail: Themo_ge@yahoo.de

შენობის ძირითადი მზიდი რკ.ბ-ის კონსტრუქციული ელემენტების ზომები

- ხიმინჯები დიამეტრით 1200მმ.
- საძირკვლის ფილა სისქე H=120სმ.
- რკ.ბ-ისპილონები განივი კვეთის ზომებით: 500X1200მმ; 500X1100მმ; 500X1000მმ; 400X8000მმ;400X600მმ;
- რკ.ბ-ის სვეტები განივი კვეთის ზომებით: 500X500მმ; 600X600მმ;
- მონოლითური დიაფრაგმები: სისქე H=25;30სმ.
- პერიმეტრის მონოლითური კედლები: სისქე H=30სმ.
- სართულშუა გადახურვის ფილები: სისქე H=20;18სმ.
- რკ.ბ-ის მონოლითური კოჭები: 500X500მმ; 400X5000მმ; 300X500მმ; 250X500მმ;
- კიბის პანდუსები და ბაქნები: 180მმ;

პასუხისმგებლობის მიხედვით შენობა განეკუთნება II კლასს.

რკინაბეტონის კონსტრუქციებში გამოყენებულია B30 კლასის ბეტონი. A240C და A500C კლასის არმატურა.

პროექტში მიღებული კონსტრუქციული გადაწყვეტილებები დეტალურად ასახავს ქვაბულის მოწყობისას დამატებით კონსტრუქციული ღონისძიებების გატარებას, (იხ. დანართი-1)სამუშაოთა წარმოების თანმიმდევრობას და ზოგადად შენობის დაფუძნების პირობებიდან გამომდინარე შეიძლება გაკეთდეს დასკვნა, რომ მრავალფუნქციური საპროექტო შენობა საფრთხეს არ შეუქმნის მომიჯნავე ნაკვეთებზე არსებული შენობებს მდგრადობის თვალსაზრისით არც მშენებლობის და არც მისი შემდგომი ნორმალური ექსპლუატაციის პირობებში.

ინჟინერ-კონსტრუქტორი:  **ჯ.ზაკუტაშვილი**

შპს "ალფა პროჯექტ ჯორჯია"
სამშენებლო ობიექტების კომპიუტერული ტექნოლოგიებით პროექტირების საინჟინრო ცენტრი
მობ. 599 74 44 80; e-Mail: Themo_ge@yahoo.de

ს ა ქ ა რ თ ვ ე ლ ო ს
გეოფიზიკური ასოციაცია

60 თბილისი , მ. ალექსიძის ქ.
ტელ. 233-28-67; ფაქსი: 233-28-67
E-mail: Tamaz.chelidze@gmail.com

GEORGIAN
GEOPHYSICAL ASSOCIATION

1 Alexidze str. - Tbilisi 0160 - Georgia
Phone: (995 32) 233-28-67; Fax/phone: (995 32) 233-28-67 ; E-mail: Tamaz.chelidze@gmail.com

ვამტკიცებ _____ 2018 წ.
ა(ა)იპ საქართველოს გეოფიზიკური
ასოციაციის დირექტორი
აკადემიკოსი თამაზ ჭელიძე

ქ. თბილისში მაღლივი შენობის მშენებლობის ტერიტორიის სეისმური საშიშროების შეფასება და გეოფიზიკური კვლევა

(ანგარიში)

თბილისი 2018

I. ქ. თბილისში მაღლივი შენობის მშენებლობის ტერიტორიის სეისმური საშიშროების შეფასება

ძირითადი შემსრულებლები:

ნინო წერეთელი – აკადემიური დოქტორი ფიზიკაში, ივ. ჯავახიშვილის სახ. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის მ. ნოდიას სახ. გეოფიზიკის ინსტიტუტის სექტორის ხელმძღვანელი, მთავარი მეცნიერ თანამშრომელი, საქართველოს გეოფიზიკური ასოციაციის წევრი.

ოთარ ვარაზანაშვილი – აკადემიური დოქტორი ფიზიკაში, ივ. ჯავახიშვილის სახ. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის მ. ნოდიას სახ. გეოფიზიკის ინსტიტუტის მთავარი მეცნიერ თანამშრომელი, საქართველოს გეოფიზიკური ასოციაციის წევრი.

ზურაბ გოგოლაძე – მაგისტრი ფიზიკაში, ივ. ჯავახიშვილის სახ. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის მ. ნოდიას სახ. გეოფიზიკის ინსტიტუტის სპეციალისტი, საქართველოს გეოფიზიკური ასოციაციის წევრი.

აბრევიატურები

EC8 – EuroCode 8

EMME – Earthquake Model of Middle East

GEM – Global Earthquake Model

GMPE – Ground Motion Prediction Equation

GSHAP – Global Seismic Hazard Assessment Program

MSK – Medvedev-Sponheuer-Karnik scale

NGA – Next Generation Attenuation

PGA – Peak Ground Acceleration

PGAH – Horizontal Peak Ground Acceleration

PGAV– Vertical Peak Ground Acceleration

SA – Spectral Acceleration

SAH – Horizontal Spectral Acceleration

SETA – SEismic hazard assessment for the Tbilisi test Area

SSZ – Seismic Source Zones

შინაარსი

1. შესავალი 5
1.1. საკვლევი რაიონის გეოგრაფიული მდებარეობა და კლასიფიკაცია სეისმური ნორმების მიხედვით 5
1.2. ობიექტის ტერიტორიის ამგები გრუნტების რხევების გათვლის კრიტერიუმები. 7
2. საკვლევი რაიონის სეისმური ისტორია 8
3. საკვლევი რაიონის სეისმურად აქტიური რღვევები და სეისმური კერების (სკ) ზონები 17
3.1 სეისმურად აქტიური რღვევები 18
3.2 სეისმური კერების (სკ) ზონები 22
4. ობიექტის ტერიტორიის სეისმური საშიშროების შეფასება 27
4.1. სეისმური საშიშროების ალბათური შეფასება 27
4.2. სეისმური საშიშროების დეზაგრეგაცია 34
4.3. სეისმური საშიშროების დეტერმინისტული შეფასება 38
4.4. სამშენებლო მოედნისთვის აქსელეროგრამების პაკეტის შერჩევა 40
5. დასკვნები და რეკომენდაციები 43
6. ლიტერატურა 45

1. შესავალი

1.1 საკვლევი რაიონის გეოგრაფიული მდებარეობა და კლასიფიკაცია სეისმური ნორმების მიხედვით

წარმოდგენილი ანგარიში მომზადებულია სეისმური საშიშროების დასადგენად, რაც აუცილებელია სეისმომედეგი მაღლივი შენობის დაპროექტებისა და მშენებლობისათვის ქ. თბილისში. ამ ობიექტის (ობიექტი - მაღლივი შენობა სავარაუდო სართულიანობით - 40) სამშენებლო მოედანი მდებარეობს ქ. თბილისში, ვაკის რაიონში, ჭავჭავაძის გამზ. #5ა-ში, ატენის ქუჩის გაგრძელებაზე (საკადასტრო კოდი 01.14.14.011.048), მდ. ვერეს ხეობის მარჯვენა ფერდზე, სადაც ზედა ეოცენის ნალექები უშუალოდ გამოდიან ზედაპირზე (ნახ. 1).

ქ. თბილისის მუნიციპალიტეტი, სადაც განლაგებულია მოცემული ობიექტი, გეომორფოლოგიური თვალსაზრისით მრავალფეროვანია. საქართველოს დედაქალაქი მდებარეობს ე.წ. „თბილისის ქვაბულში“. იგი განფენილია მდინარე მტკვრის ორივე სანაპიროზე. ზღვის დონიდან მისი სიმაღლე 380-600 მეტრია. ჩრდილოეთით თბილისს ესაზღვრება საგურამოს ქედის სამხრეთ მთისწინეთი, აღმოსავლეთით – ივრის ზეგნის ჩრდილო-დასავლეთი მონაკვეთი. დასავლეთით და სამხრეთით კი – თრიალეთის ქედის განშტოებები.

დედაქალაქის ფართობი 720 კვადრატული კილომეტრია. ქალაქის მთავარი წყლის არტერიაა მტკვარი, რომელიც თბილისს კვეთს ჩრდილოეთ-დასავლეთიდან სამხრეთ-აღმოსავლეთისაკენ. ხშირია წყალდიდობა გაზაფხულზე და ზაფხულის დასაწყისში; წყალმცირობა – ზამთარში. მტკვრის შენაკადებია: მარჯვენა – დიღმისწყალი, ვერე და წავკისისწყალი; მარცხენა – გლდანისხევი და ლოჭინა. მდინარე მტკვრის ხეობის ფსკერი, ქალაქის ფარგლებში, მერყეობს ზღვის დონიდან 425 მ (დიღომი) - 370 მ-მდე (ორთაჭალა). მთაწმინდის სიმაღლე ზღვის დონიდან 719 მეტრზეა. საცხოვრებელი უბნების მიხედვით ყველაზე მაღლაა „ნუცუბიძის პლატო“, რომელიც ზღვის დონიდან 700 მ-ზე მდებარეობს, ხოლო საკვლევი ობიექტი ზღვის დონიდან დაახლოებით 424 მეტრზეა.

ფიზიკურ-გეოგრაფიული თვალსაზრისით მდინარე მტკვარი თბილისს ორ მკაფიოდ გამოხატულ ერთეულად – მარჯვენა და მარცხენა სანაპიროებად ყოფს.

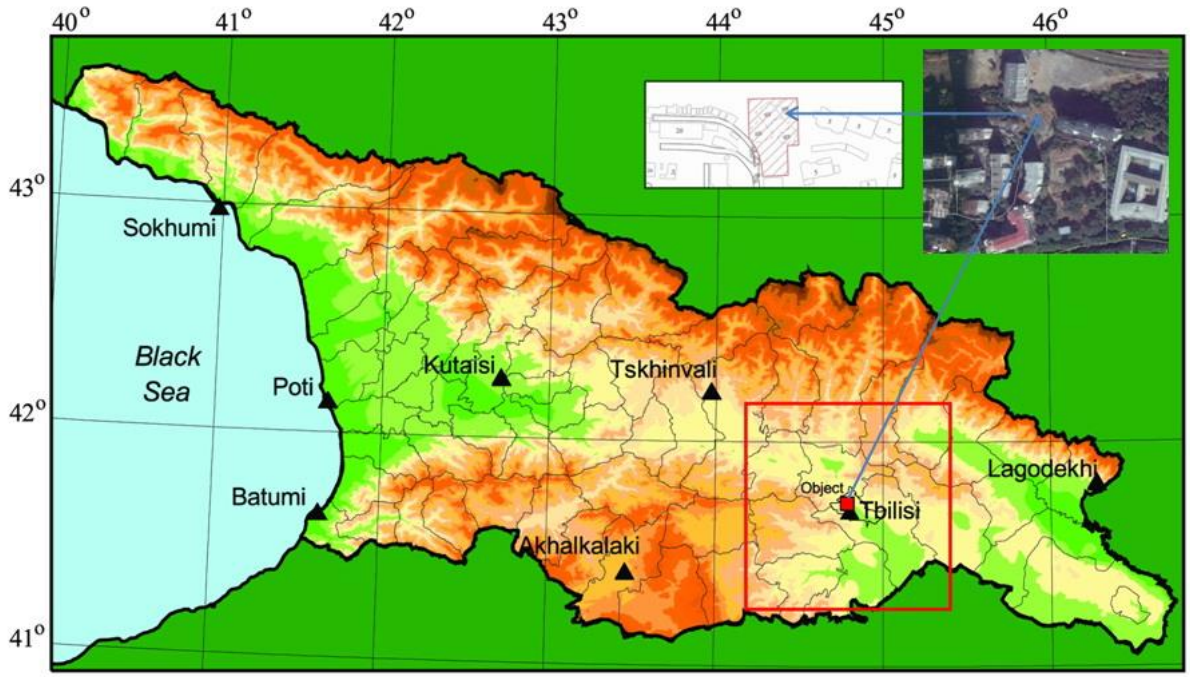
მარჯვენა სანაპირო (სადაც საკვლევი ობიექტი მდებარეობს) რელიეფურად წარმოდგენილია თრიალეთის ქედის განშტოებებით, რომლებიც ციცაბოდ ეშვება მტკვრის ხეობისკენ. მათ შორის მოქცეულია მტკვრის შენაკადთა ხეობები. მტკვრის მარცხენა ნაპირზე მდებარეობს მახათას მთა, რომლის სიმაღლე 630 მ-ს აღწევს. თბილისის რელიეფი კარგად გამოხატული ტერასებით ხასიათდება.

ამ ობიექტის გარემომცველი საკვლევი რაიონი (50 კმ რადიუსით საკვლევი ობიექტის გარშემო) მოიცავს კავკასიის 3 მთავარი ტექტონიკური ერთეულისა და 5 ქვეზონის ნაწილებს (ჩამონათვალი მოცემულია N-S მიმართულებით): კავკასიონის ნაოჭა-შეცოცებითი სარტყელი (კავკასიონის შუალედური და სამხრეთ ფერდის ზონა,); ამიერკავკასიის მთათაშუა დაბლობი (მტკვრის დაბლობი); მცირე კავკასია (აჭარა-თრიალეთის ნაოჭა-შეცოცებითი სარტყელი; ართვინ-ბოლნისის ბელტი).

საკვლევი რაიონისთვის დამახასიათებელია დედამიწის ქერქის რთული ბლოკური აგებულება. იგი მოიცავს ზემოთ აღნიშნული ტექტონიკური ერთეულების ყველა ძირითადი სეისმურად აქტიური ზონების ნაწილს. საკვლევი არე აჭარა-თრიალეთის ნაოჭა-შეცოცებითი სარტყელის აღმოსავლეთ დაბოლოებაში მდებარეობს და მისი მაღალი სეისმური აქტივობა (განსაკუთრებით ისტორიულ წარსულში) მნიშვნელოვნად განსაზღვრავს თბილისის მუნიციპალიტეტის მაღალ სეისმურობას.

საქართველოს სეისმური საშიშროების მოქმედი ნორმატული რუკა სეისმური ზემოქმედების სიმძიმეს გამოხატავს მაკროსეისმურ ინტენსივობაში (MSK სკალა) და გრუნტის პიკურ აჩქარებაში (PGA) 2% გადაჭარბების ალბათობით 50 წელში. იგი გათვლილი იყო 1999 წელს, ხოლო რედაქტირების შემდეგ ძალაში შევიდა 2010 წელს. მისმა შედარებამ საერთაშორისო პროექტებში შექმნილ ალბათურ რუკებთან: GSHAP (1997 წ.), NATO SFP 974320 (2011 წ.), EMME (2013 წ.) და სხვა ავტორთა რეალურ გათვლებთან (იხ. მაგ.: Slejko, 2008) გვიჩვენა, რომ ნორმატულ რუკაზე მოცემულია PGA-ს 2-3-ჯერ უფრო დაბალი მნიშვნელობები. ამდენად აშკარაა, რომ სეისმური საშიშროების ნორმატიული რუკა დღეისათვის საჭიროებს საფუძვლიან გადათვლას, ხოლო მასზე დაფუძნებული სამშენებლო ნორმები - ძირეულ განახლებას. ამ ნორმატიული დოკუმენტის ,,სეისმომედეგი მშენებლობა“- PN 01.01-09 (Georgian building code, 2009) მიხედვით საკვლევი ობიექტი ხვდება 8 MSK ინტენსივობის

ზონაში, მაშინ როდესაც PGA-ს მნიშვნელობა მისთვის მხოლოდ 0.17 g შეადგენს. ამიტომ, ასეთ პირობებში, საქართველოს ტერიტორიაზე ნებისმიერი ობიექტის სეისმური საშიშროების შეფასება და სეისმომედეგობის დადგენა ითხოვს თანამედროვე საერთაშორისო სტანდარტების გათვალისწინებას.



ნახ. 1. საკვლევი რაიონისა და ობიექტის გეოგრაფიული მდებარეობა და საზღვრები.

1.2. ობიექტის ტერიტორიის ამგები გრუნტების რხევების გათვლის კრიტერიუმები

გამორჩეული არქიტექტურის მქონე მნიშვნელოვანი ობიექტის პროექტირება და მშენებლობა ითვალისწინებს მათი სეისმომედეგობის შეფასების რამოდენიმე ეტაპს. წარმოდგენილი ანგარიში ეხება ამ შეფასების პირველ და მეორე ეტაპს და გულისხმობს ობიექტის სამშენებლო მოედანზე დეტერმინისტული და ალბათური სეისმური საშიშროების დადგენას, რაც დაფუძნებულია საკვლევი რაიონის აქტიურ სეისმოტექტონიკურ სტრუქტურებზე. მეორე ეტაპზე ხდება ობიექტის ტერიტორიაზე მოსალოდნელი მიწისძვრების აქსელეროგრამების პაკეტის შერჩევა.

გარდა ამისა, სამშენებლო მოედნის სეისმური საშიშროების შეფასება უნდა ითვალისწინებდეს მოსალოდნელი მიწისძვრების დროს ამგები გრუნტების რხევების ორ დონეს. პირველი დონის მეტად ინტენსიურ რხევებზე დაპროექტებული შენობა მაქსიმალური მიწისძვრების შემთხვევაში უნდა ინარჩუნებდეს კონსტრუქციულ

მთლიანობას და უნდა გამორიცხული იყოს მისი სრული ან ნაწილობრივი ნგრევა. მეორე დონის უფრო ნაკლებად ინტენსიურ რხევებზე შენობის დაპროექტება დაკავშირებულია ეკონომიკური დანაკარგების შემცირებასთან და შესაბამისი ინტენსივობის მიწისძვრების ზემოქმედების შემთხვევაში შენობას არ უნდა სჭირდებოდეს კაპიტალური რემონტი.

ჩვენ შემთხვევაში საკვლევი რაიონის სეისმურობიდან გამომდინარე და ვინაიდან საქმე გვაქვს მაღალი რისკის მქონე მაღლივ შენობასთან, შეიძლება დავუშვათ, რომ სეისმური ზემოქმედების პირველ დონედ განისაზღვროს, ალბათურად შეფასებული გრუნტის სეისმური რხევები განმეორების საშუალო პერიოდით 2475 წელი, რაც შეესაბამება 2% გადაჭარბების ალბათობას 50 წლის განმავლობაში. ხოლო მეორე დონედ მისაღებია 50 წელში 10% გადაჭარბების ალბათობის, ანუ 475-წლიანი განმეორების საშუალო პერიოდის შესაბამისი გრუნტის სეისმური რხევების სიდიდე.

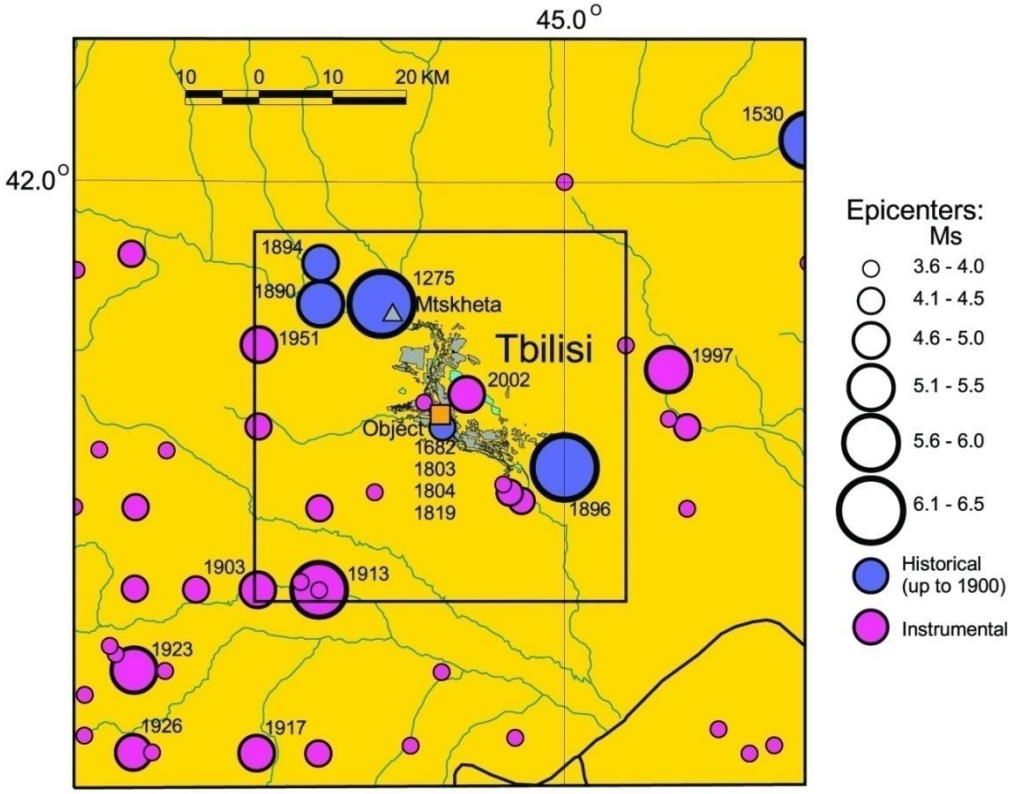
2. საკვლევი რაიონის სეისმური ისტორია

საკვლევი რაიონის დანაკვირვები სეისმურობის კანონზომიერებათა დასადგენად, პირველ რიგში, თსუ მ. ნოდიას სახ. გეოფიზიკის ინსტიტუტის სეისმურ მონაცემთა ბაზის საფუძველზე, შედგენილ იქნა შემდეგი კატალოგები და კრებულები: 1) მოცემულ რაიონში უძველესი დროიდან 2017 წლის ჩათვლით ყველა დაფიქსირებული მიწიძვრის კატალოგი; 2) ამავე პერიოდის ზომიერი და ძლიერი მიწისძვრების კატალოგი მაგნიტუდით $M_S>3.5$; 3) ძლიერი მიწისძვრების მაკროსეისმურ მონაცემთა კატალოგი და იზოსეისტების რუკების ნაკრები; 4) აქტიური რღვევების პარამეტრების კატალოგი და 5) ძლიერი მოძრაობების პროგნოზირების განტოლებების მოდელების (GMPE მოდელები) ნაკრები.

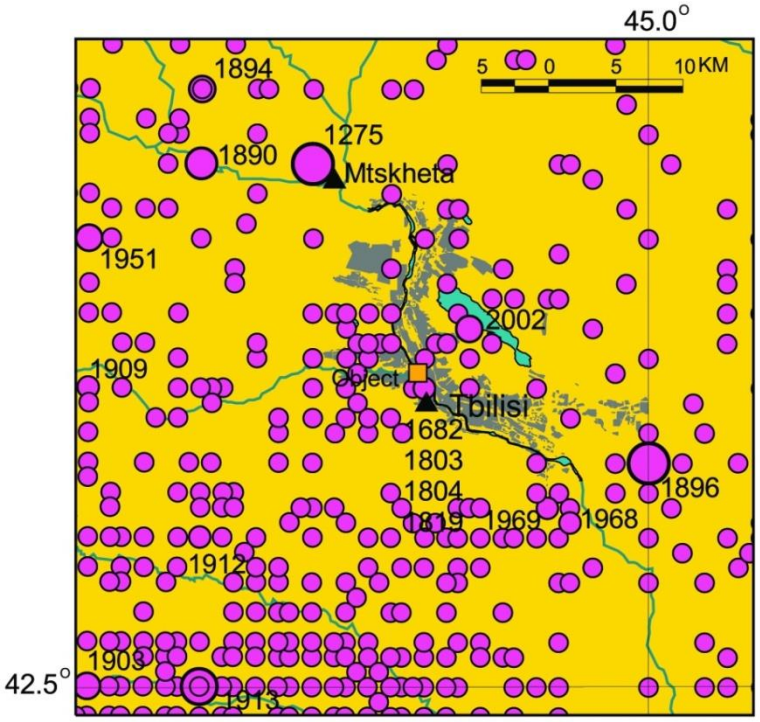
აღნიშნული მასალების საფუძველზე აგებულ იქნა მთელი საკვლევი რაიონისა და ობიექტის გარშემო 25 კმ რადიუსის მქონე ახლო ზონის ეპიცენტრების რუკები (იხ. ნახ. 2, 3). ისინი პრაქტიკულად გვიჩვენებენ მოცემულ ტერიტორიაზე სხვადასხვა მაგნიტუდის მიწისძვრების განაწილებას. ამ რუკებზე დატანილია უძველესი დროიდან 2017 წლის ჩათვლით კატალოგირებული ყველა მიწისძვრა. ზომიერი და ძლიერი მიწისძვრებისთვის მითითებულია მათი წარმოშობის წელი.

მიღებული რუკების ერთობლივმა ანალიზმა ცხადად გვიჩვენა სეისმოლოგიური ვითარება, რომელიც შეიქმნა საკვლევ რაიონში. კერძოდ, ამ ორი რუკის მიხედვით (ნახ. 2, 3) მთელი საკვლევი რაიონი დაფარულია მიწისძვრის ეპიცენტრებით, მაგრამ სხვადასხვა სიმკვრივით. ეპიცენტრების შედარებით მაღალი კონცენტრაციის არეები აღინიშნება ე.წ. მცხეთის, თბილისის, ხაშმისა და ხრამის მიწისძვრების ეპიცენტრული ზონების სახით. ამავე დროს, ობიექტის გარშემო ზომიერი და ძლიერი ისტორიული მიწისძვრების (წარმოშობილი 1900 წ.-მდე) ეპიცენტრების დიდი რაოდენობა მეტყველებს იმაზე, რომ ისტორიულ წარსულში ეს ლოკალური არე მაღალი სეისმური აქტივობით გამოირჩეოდა და ეს პროცესი გრძელდება დღემდე 1969-70 წწ.-ისა და 2002 წ.-ის მიწისძვრების მთელი სერიების სახით, რომელთაგან უდიდესს (2002 წლის 25 აპრილის თბილისის მიწისძვრას, M_S=4.6, I_O=7.5 MSK) საკვლევ ობიექტზე 7 MSK ინტენსივობის ეფექტი ჰქონდა.

უნდა აღინიშნოს, რომ ძლიერ მიწისძვრებს აქვთ მნიშვნელოვანი გავლენა საკვლევი რაიონის სეისმურობაზე, განაკუთრებით, ობიექტის ტერიტორიის სეისმური საშიშროების ანალიზის დროს. ზომიერი და ძლიერი მიწისძვრების ეპიცენტრების, აგრეთვე დანაკვირვები და თეორიული იზოსეისტების რუკების ანალიზმა ცხადყო, რომ საკვლევ რაიონში და კერძოდ ობიექტის ტერიტორიაზე ისტორიულ წარსულში 6 და მეტი MSK ინტენსივობით გამოვლინდა საქართველოს ტერიტორიაზე ან მის გარეთ მომხდარი ბევრი ძლიერი და უძლიერესი მიწისძვრა: ბებნისის ჩვ. წ. აღ. 85 წ. (M_S≈7.0, I_{Obj}≈6.0); მცხეთის 1275 წ. წ. (M_S≈6.5, I_{Obj}≈8.0); შემახის 1668 წ. (M_S≈7.8, I_{Obj}≈7.5); თბილისის 1682 წ. (M_S≈4.2, I_{Obj}≈6.5); ალავერდის 1742 წ. (M_S≈7.0, I_{Obj}≈7.0); თბილისის 1819 წ. (M_S=4.5, I_{Obj}=6.5); მცხეთის რაიონის 1890 წ. (M_S=5.2, I_{Obj}=6.0); თბილისის რაიონის 1896 წ. (M_S=6.3, I_{Obj}=7.0); 1913 წ. (M_S=5.6, I_{Obj}=6.0); ქართლის 1920 წ. (M_S=6.2, I_{Obj}=6.0); ტაბაწყურის 1940 წ. (M_S=6.0, I_{Obj}=6.0); სპიტაკის 1988 წ. (M_S=6.9, I_{Obj}=6.0); თბილისის 2002 წ. (M_S=4.6, I_{Obj}=7.0). საყურადღებოა ის ფაქტი, რომ აღნიშნული ისტორიული მიწისძვრებიდან ბევრი უშუალოდ ობიექტის სიახლოვეში (ეპიცენტრული მაძილი ობიექტამდე Δ=18 კმ) წარმოიშვა და მათ შორის ერთს (1275 წ.) ობიექტის ტერიტორიაზე 8 MSK ინტენსივობის, ხოლო მეორეს (1896 წ.) 7 MSK ინტენსივობის მაკროსეისმური ეფექტი ჰქონდათ.



ნახ. 2. ზომიერი და ძლიერი მიწისძვრების (Ms>3.5) ეპიცენტრების რუკა.



ნახ. 3. საკვლევი ობიექტის ახლო ზონაში ყველა დაფიქსირებული მიწისძვრების ეპიცენტრების რუკა.

ამრიგად, დანაკვირვები სეისმურობის ანალიზიდან შეიძლება დავასკვნათ, რომ საკვლევ რაიონში ეპიცენტრების შედარებით მაღალი კონცენტრაციის არეები

აღინიშნება ე.წ. მცხეთის, თბილისის, ხაშმისა და ხრამის მიწისძვრების ეპიცენტრულ ზონებში, ხოლო ობიექტის გარშემო ზომიერი და ძლიერი ისტორიული მიწისძვრების ეპიცენტრების დიდი რაოდენობა ამ ლოკალური არის მაღალ სეისმურ აქტივობაზე მიუთითებს ისტორიულ წარსულში.

განვლილი ისტორიული დროის განმავლობაში ყველაზე მაღალი სეისმურობა (8 MSK ინტენსივობის) ობიექტის ტერიტორიაზე შექმნა ახლო ზონაში მომხდარმა უძლიერესმა მცხეთის მიწისძვრამ (1275 წ.). ხოლო 1969-70 წწ. და 2002 წ.-ში მომხდარი მიწისძვრების სერიები მოწმობენ ობიექტის გარემომცველი ლოკალური არის თანამედროვე მაღალ სეისმურ აქტივობაზე.

ქვემოთ, მოცემულია საკვლევ რაიონში დაფიქსირებული უძლიერესი ისტორიული მიწისძვრის დეტალური აღწერა (Varazanashvili et al., 2011) და MSK სკალით ინტენსივობის შეფასება; ამ მონაცემების მოკლე ანალიზი; მიწისძვრების საბოლოო პარამეტრები მათი განსაზღვრის სიზუსტეების მითითებით. გარდა ამისა, წარმოდგენილია რუკები, რომელზეც დატანილია იზოსეისტები, პუნქტები ინტენსივობით, მიწისძვრის ეპიცენტრი, აქტიური რღვევები, სეისმოდისლოკაციები, მეწყერები, აგრეთვე ობიექტის ფარდობითი მდებარეობა ამ მიწისძვრასთან მიმართებაში.

1275 წელი, მცხეთის მიწისძვრა

მდინარე არაგვის ნაცხორის ხეობაში ლ. კოღოშვილმა (1970) აღმოაჩინა ორი პარალელური ნასხლეტი 1.5-2.0 მეტრით აწეული ჩრდილო ფრთებით. ისინი გლეჯენ პირველი ტერასის ალუვიულ დანალექს, აგრეთვე მის ქვეშ დაგებულ თიხოვან ქვიშაქვას და ფიქალს. ჩრდილო ნასხლეტის ორივე ფრთაში წანაცვლების სიბრტყესთან ახლოს კენჭები მასთან მიმართებაში დახრილია ან ვერტიკალურად არის ორიენტირებული (გრძელი ღერძის გასწვრივ). ნასხლეტის აწეულ ფრთაში ცალკეული კენჭები ჩაჭედილია გაგლეჯილ ფენებში. ეს რღვევის გასწვრივ იმპულსური წანაცვლებების (ანუ მიწისძვრის) აშკარა ნიშანია, რომლის სავარაუდო ასაკი ერთი ან ორი ათასი წელია (Когошвили, 1970; Хромовских, Никонов, 1984).

ქართველი ანონიმური ჟამთააღმწერელის მატიანეში (ჟამთააღმწერელი, 1987). მოყვანილია: „...ესე რისხვა საშინელი სამცხესა ოდენ მოიწია, ვიდრე თვისა ერთისა ჟამთამდე, გარნა სხუაგან არასადა ევნო. მცხეთის საყდარიცა დაიქცა...“
(...ეს საშინელი მიწისძვრა მხოლოდ სამცხეში მოხდა, ერთ თვემდე გრძელდებოდა, სხვაგან არაფერი დაზიანებულა. მცხეთის საყდარიც დაინგრა...).

ვახუშტი ბატონიშვილის მიხედვით (ბატონიშვილი ვახუშტი, 1973) ტექსტის შინაარსი ფაქტიურად იგივეა: „შეიძრა ქუეყანა ხუთშაბათსა ვნებისასა...არამედ ესევითარი ძვრა იყო სამცხეს და არა სადა სხუაგან, თვინიერ დაიქცა მცხეთა.“ (ხუთშაბათს ქვეყანა შეიძრა...მიწისძვრა იყო სამცხეში და არა სხვაგან, მცხეთის საყდარიც დაიქცა.)

„ვახტანგ გორგასალმა მცხეთა აღაშენა ქვით კირის ხსნარზე და ფრიად შეამკო. მანვე დასვა კათალიკოსი. ამის შემდეგ, მიწისძვრით დანგრეული (ეკლესია სვეტიცხოვლის ტაძარი) აღდგინა მეფე გიორგიმ (V ბრწყინვალე, 1318-1346 წწ.)...“ (Царевич Вахушты, 1904; Натроев, 1900).

სომეხი ისტორიკოსი სამუელ ანეცი იძლევა მოკლე ცნობას: „1285 წელს მოხდა მიწისძვრა თბილისში“ (Samuel Anetsi, 1989).

საქართველოს ისტორიის და კულტურის ძეგლთა აღწერილობაში არის შემდეგი ცნობები: სამთავროს კომპლექსი – 1283წ. მიწისძვრის შედეგად გუმბათი ჩაინგრა და იგი XIII-XIV საუკუნეთა მიჯნაზე აღადგინეს; სვეტიცხოველის კომპლექსი – თავისი არსებობის მანძილზე არაერთხელ დამუქრებია მას განადგურების საფრთხე. 1283წ. ტაძარი მიწისძვრამ დააზიანა. XIV საუკუნეში გიორგი ბრწყინვალემ (1314-1346 წწ.) აღადგინა ტაძრის გუმბათი (საქართველოს ისტორიისა..., 1990).

ძლიერი მიწისძვრების ახალი კატალოგის 1977 წლის პირველ გამოცემაში (Новый каталог..., 1977), ამ მიწისძვრის ეპიცენტრი მოთავსებული იყო ქ. გორთან ახლოს. როგორც ჩანს ასეთ გადაწყვეტილებაზე გარკვეული გავლენა იქონია ამ მიწისძვრის მაკროსეისმურმა მონაცემებმა ორი საკმაოდ დაშორებული რაიონიდან: იმ საუკუნის საქართველოს ისტორიულ-გეოგრაფიულ პროვინცია - სამცხიდან და ქ. მცხეთიდან.

ეპიცენტრი აღნიშნულ ორ რაიონს შორის მდებარე სეისმოაქტიურ ზონაში იქნა დასმული. ახალი კატალოგის 1982 წლის ამერიკულ გამოცემაში (New Catalogue…, 1982) ამგვარი ინტერპრეტაცია უარყოფილ იქნა და დაშვებულ იქნა ვარიანტი, რომ ადგილი ჰქონდა ორ დამოუკიდებელ სამცხის (1283 წ.) და მცხეთის (1275 წ.) უძლიერეს მიწისძვრებს.

ხანდაკის სეისმოგენური მეწყერი მდებარეობს სოფ. ხანდაკის სამხრეთით, მდ. მტკვრის ხეობის მარჯვენა ტერასირებულ ფერდობზე. მეწყერი წარმოქმნილია ტექტონიკურად ძლიერ აშლილი ცოცხალი რღვევებით ურთიერთ გადამკვეთ ზედა ცარცის კარბონატულ ნალექებში, რომელიც ლითოლოგიურად წარმოდგენილია მერგელოვანი კირქვებით ვულკანოგენურ ბრექჩიებთან მორიგეობაში. ამ ნალექებში განვითარებულია დიდი მეწყრულ-გრავიტაციული ბლოკი, რომელიც მორფოლოგიურად წარმოადგენს 700 მ სიგრძისა და 40-60 მ. სიმაღლის სერს, გადაადგილებულს ჩრდილოთით 300 მ-ის მანძილზე მდ. მტკვრის II ტერასის საფეხურამდე. ამ გრავიტაციული სერის ამგები ქანები ძლიერ აშლილია და დამსხვრეულია სხვადასხვა კუთხით მიმართულ ცალკეულ ბლოკებად. მეწყრული სხეული სტაბილურია, მისი წარმოშობის ისტორია უდავოდ უკავშირდება დიდი მიწისძვრის ზემოქმედებას (ინფორმაცია მოპოვებულია 2007 წლის კომპლექსური გეოლოგიურ-გეომორფოლოგიური და გეოფიზიკური ექსპედიციური კვლევების დროს).

ამგვარად, როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, ქართველი ანონიმური მემატიანის ქრონიკებში მოცემული სამცხის მიწისძვრის აღწერაში არის მინაწერი, რომ ასევე დაინგრა სვეტიცხოვლის ტაძრი ქ. მცხეთაში. ძველი საქართველოს ისტორიულ-გეოგრაფიული პროვინცია – სამცხე დაშორებული იყო ქ. მცხეთიდან დაახლოებით 130 კმ-ით, ამიტომ დამანგრეველ მიწისძვრას (I_O=9-10), რომელიც წარმოიშვა სამცხეში შეეძლო გამოეწვია ქ. მცხეთაში I≈6-7 ინტენსივობის რყევები. ისინი შეიძლება გაძლიერებულიყო I≈7-8 ინტენსივობამდე სვეტიცხოვლის ტაძრის ქვეშ ცუდი გრუნტის პირობების გამო, მაგრამ მათ არ შეეძლოთ დაენგრიათ სვეტიცხოვლი, ასევე სამთავროს ტაძარი ქ. მცხეთაში და ბებრის-ციხე ნაცხორის ხეობაში, რომელთა ნგრევის შესახებ არსებობს მონაცემები სხვა წყაროებში (Хромовских и др., 1979).

ამდენად, უფრო ალბათურია ცალკეული ძლიერი მიწისძვრის ვარიანტი, რომელიც წარმოიშვა XIII საუკუნის მეორე ნახევარში (~1275 წ.), მით უფრო, რომ ქ. მცხეთის ჩრდილოეთით – ნაცხორის ხეობაში ლ. კოღოშვილმა (1970) იპოვა ორი სეისმოდისლოკაციური სტრუქტურა დაახლოებით იმავე ასაკის, როგორიც ახლად აღმოჩენილი მცხეთის მიწისძვრაა (ნახ. 5). დასაშვებია, რომ მცხეთის მიწისძვრის ძირითადი პარამეტრები არის: თარიღი – 1275 წ. ($\Delta T=\pm 10$ წ.); ეპიცენტრის კოორდინატები – $\varphi=41.85^{o}$, $\lambda=44.70^{o}$ ($\Delta E=\pm 0.2^{o}$); სიღრმე – $h=15$ კმ ($\Delta h=7$-30 კმ); მაგნიტუდა – $M_S=6.5$ ($\Delta M_S=\pm 0.5$); ინტენსივობა ეპიცენტრში – $I_o=9$ ($\Delta I_o=\pm 1$).

წყაროები:

Когошвили, Л.В. 1970. Живая тектоника Грузии и ее воздействие на рельеф. Изд-во Мецниереба, Тбилиси, 220 с.

Хромовских, В.С., Никонов А.А. 1984. По следам сильных землетрясерий. Изд-во Наука, Москва, с. 118.

ჟამთაღმწერელი. ასწლოვანი მატიანე. რ. კიკნაძის გამოცემა. 1987. თბილისი, გვ. 167-168.

ბატონიშვილი ვახუშტი. აღწერა სამეფოსა საქართველოსა. ს. ყაუხჩიშვილის გამოცემა. 1973. თბილისი, გვ. 230.

Царевич Вахушты. География Грузии. Перевод М. Джанашвили. 1904. Зап. Кавказский отд. РГО, кн. XXIV, вып. 5,Тифлис, с. 67-68.

Натроев А. 1900. Мцхета и его собор Свети-Цховели. Тифлис, с. 191-192.

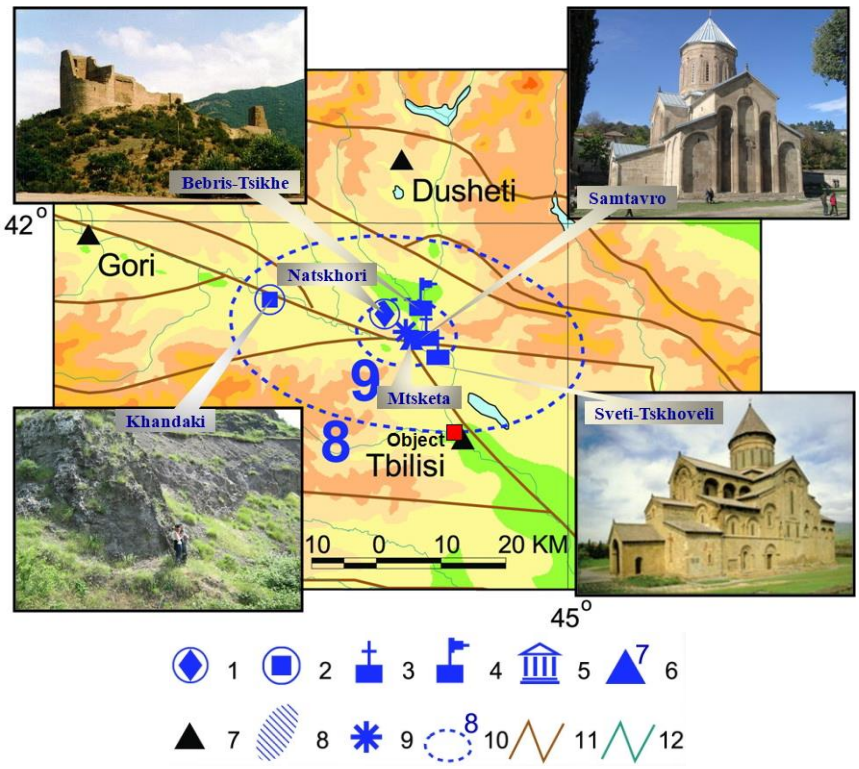
Samuel Anetsi. 1989. Echmiadzin, 2-3, 88. (in Armenian)

საქართველოს ისტორიისა და კულტურის ძეგლთა აღწერილობა. 1990. წიგნი 5. თბილისი, გვ. 254, 262.

Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР (Кавказ). 1977. Изд-во Наука, Москва, с. 69-170.

New Catalog of Strong Earthquakes in the USSR. 1982. NOAA, USA, p.171.

Хромовских В.С., Солоненко В.П., Семенов Р.М., Жилкин В.Н. 1979. Палеосейсмогеология Большого Кавказа. Изд-во Наука, Москва, с. 79-83.



ნახ. 4. 1275 წ. მცხეთის მიწისძვრის ინტენსივობის განაწილების რუკა. პირობითი ნიშნები: 1 - სეისმოდისლოკაცია; 2 - მეწყერი; 3 - ეკლესია; 4 - ციხესიმაგრე; 5 - სასახლე; 6 - დასახლებული პუნქტი MSK ინტენსივობით; 7 - სოფლები და ქალაქები; 8 - არე MSK ინტენსივობით; 9 - მიწისძვრის ეპიცენტრი; 10 - იზოსეისტი; 11- აქტიური რღვევა; 12 - მდინარე.

1896 წლის თბილისის რაიონის მიწისძვრა

„1896. სექტემბერი 22; 5 სთ. მიწისძვრამ მოიცვა დიდი რაიონი. შედარებით ძლიერად ის გამოვლინდა ყვირილადან (დასავლეთით) ევლახამდე (აღმოსავლეთით), უფრო სუსტად სამტრედია და სოფ. რიონიდან ლაკი და აჯიკაბულამდე. ის იყო ძლიერი თბილისიდან ჩრდილოეთით მლეთაში, ფასანაურში, გუდაურში და კობში; შედარებით მსუბუქი რყევები იგრძნობოდა ყაზბეგში, ლარსში და ვლადიკავკაზში; სამხრეთით ძლიერი რყევები დაიკვირვებოდა დილიჟანში, უფრო სუსტად ქალაქების ერევნის და ყარსის მიმართულებით. ტიფლისში იყო ძლიერი მიწიშქვეშა დარტყმა, ერთი წუთის შემდეგ მოხდა კიდევ ერთი დარტყმა, პირველზე უფრო ძლიერი. პირველი რყევა გრძელდებოდა 10 წმ, მეორე 15 წმ, იყო კიდევ მესამე; დარტყმებს თან ახლდა მიწისქვეშა გუგუნი. მეორე და მესამე იმდენად ძლიერი იყო, რომ მძინარენი ცვიოდენ საწოლებიდან, სკდებოდა ბათქაში, იმტვრეოდა ჭურჭელი, ინგრეოდა საკვამურები. იყო პანიკა. კოჯორი. ძლიერი მიწისძვრა, რომლისგანაც ერთი სახლის

კედლებში გაჩნდა ბზარები. ელიზავეტპოლში 3 წამის განმავლობაში იყო 2 რყევა, რომელსაც თან ახლდა ცალკეული ჭექა-ქუხილის მსგავსი ხმაური, ჭრიალებდა ჭერი, ირყეოდა ლამპები, წკრიალებდა ჭურჭელი, ცვიოდა სურათები, ერთი ძველი შენობა დაჯდა და დაიბზარა. ღვარები. იგრძნობოდა საკმარისად ძლიერი ტალღისებრი მიწისძვრა მიმართული აღმოსავლეთიდან დასავლეთისაკენ. იყო პანიკა; მთებიდან მოგორავდა უზარმაზარი ქვები. გომბორი. გაისმა ჭექა-ქუხილის მსგავსი გუგუნი, რამოდენიმე წამის შემდეგ დაიწყო ნიადაგის მკვეთრი რყევა; ხანგრძლიობა 1 წუთი; ძნელი იყო ფეხზე დგომა, სახლები დაიბზარა, კედლები ირხეოდა, ჭურჭელი და ფანჯრის მინები წკარუნობდა, რხევები მოდიოდა ჩრდილო-აღმოსავლეთიდან. სალოგლი. ძლიერი რყევები გრძელდებოდა დაახლოებით ერთი წუთი, დაზიანდა სადგურის შენობის კედლები, გაჩერდა საათი. თელავი. დარტყმები მოდიოდა აღმოსავლეთიდან, სასწავლებლის კედლები დაიბზარა, ზედა სართულის ჭერი შესამჩნევად დაშორდა შემოფიცვრას, სამელნეები ცვიოდა მაგიდებიდან. მიწისძვრა საკმარისად ძლიერად იგრძნობოდა პუნქტებში: ბორჯომი, სიღნაღი, ალექსანდრეპოლი, ახალქალაქი, ქუთაისი და ამიერკავკასიის სხვა ადგილებში“ (Bius, 1948).

„1896 IX 22; φ=41.58, λ=45.17“ (Bius, 1952).

„1896 სექ 22 05 სთ.; Lat(º)=41.6, Long(º)=45.2; h=18 კმ; M=5.2; I_o=7“ (New Catalog…, 1982).

„1896 9 22 3 53; φ=41.6, λ=45.0; h=30 კმ; M=6.3; I_o=7.5“ (Shebalin, Tatevossian, 1997).

ჩვენს მიერ შედგენილი იზოსეისტების ახალი რუკისა (ნახ. 4) და საქართველოს ტერიტორიისათვის განსაზღვრული მაკროსეისმური ველის განტოლებებისა და შესაბამისი ნომოგრამების საფუძველზე – φ=41.65°, λ=45.00°; h=20 კმ; M=6.0; Io=7.5. თუ გავითვალისწინებთ, რომ ნაშრომში (Abe, 1994) მოცემულია ამ მიწისძვრის ინსტრუმენტული მაგნიტუდა, მაშინ მისი ძირითადი პარამეტრები უნდა იყოს შემდეგი: თარიღი – 1896 წ. 22 სექტემბერი 03 სთ 53 წთ (Δt=±10 წთ); ეპიცენტრის კოორდინატები – φ=41.65°, λ=45.00° (ΔE=±0.2°); სიღრმე – h=25 კმ (Δh=12-37 კმ); მაგნიტუდა – M=6.3 (ΔM=±0.5); ინტენსივობა ეპიცენტრში – Io=7.5 (ΔIo=±1).

წყაროები:

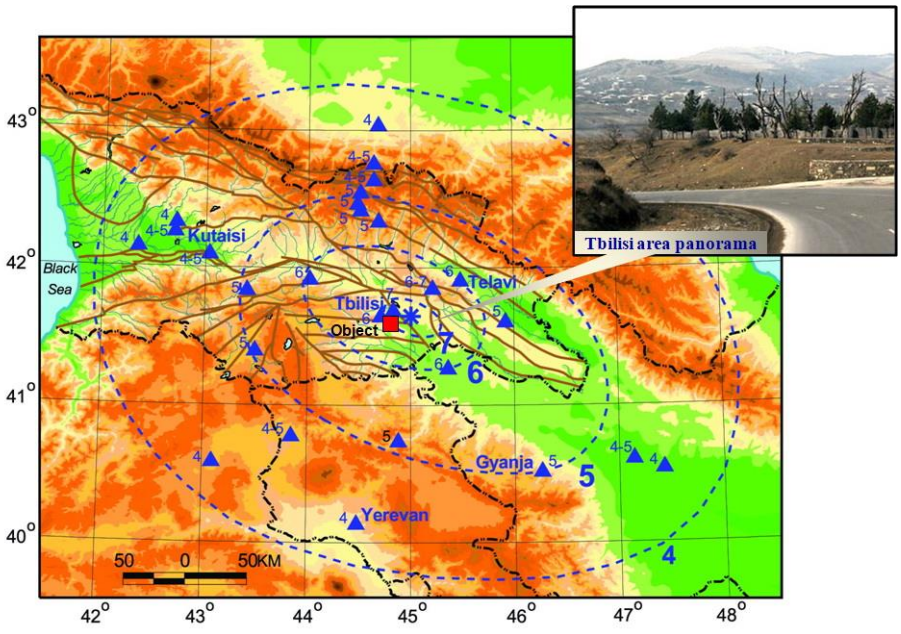
Bius, Ye. I. 1948. Seismic conditions of the Trans-Caucasus, part I. Acad. Scf. GSSR, Tbilisi, p. 65. (in Russian)

Bius, Ye. I. 1952. Seismic conditions of the Trans-Caucasus, part II. Acad. Scf. GSSR, Tbilisi, p. 78. (in Russian)

New Catalog of Strong Earthquakes in the USSR. 1982. NOAA, USA, p.157.

Shebalin, N.V., Tatevossian, R. E. 1997. Catalogue of large historical earthquakes of the Caucasus. Historical and Prehistorical earthquakes in the Caucasus. Kluwer Academic Publishers. Netheralnd. pp. 201-232.

Abe, K. 1994. Instrumental magnitudes of historical earthquakes, 1892-1898. BSSA, 84, 2, 415-425.



ნახ. 5. 1896 წ. თბილისის რაიონის მიწისძვრის ინტენსივობის განაწილების რუკა. პირობითი ნიშნები იგივეა, რაც ნახ. 4-ზე.

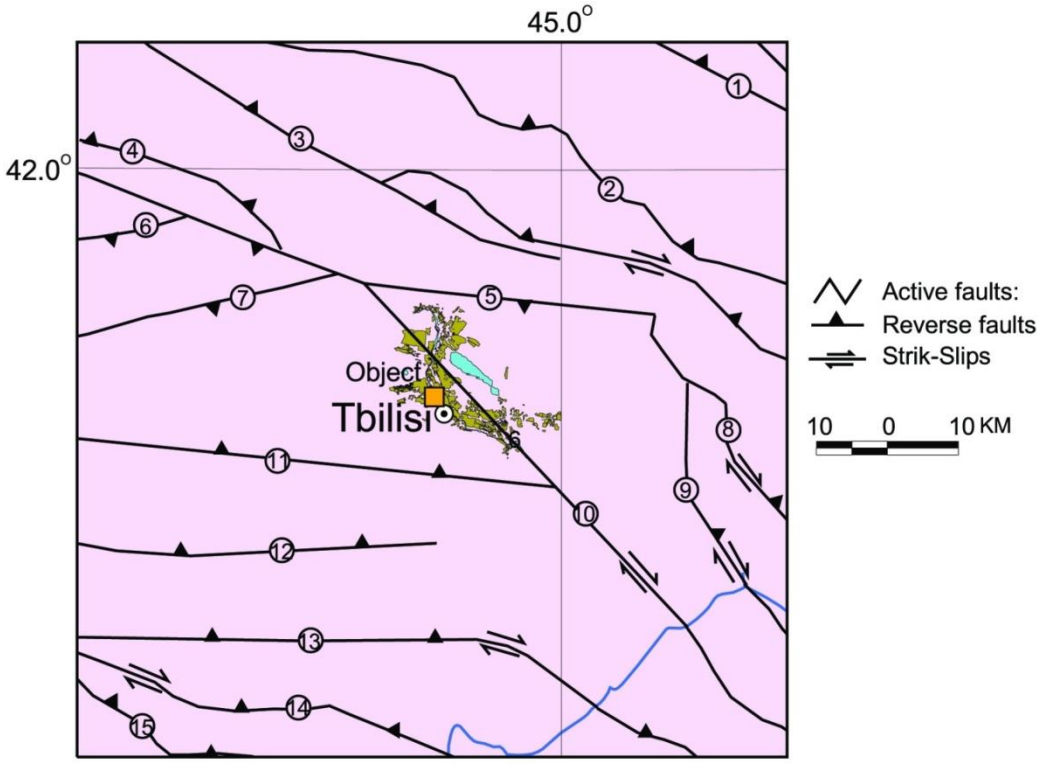
3. საკვლევი რაიონის სეისმურად აქტიური რღვევები და სეისმური კერების (სკ) ზონები

მოცემული რაიონის სეისმურობის დეტალური გამოკვლევა შეუძლებელია სეისმოტექტონიკური პირობების კანონზომიერებათა შესწავლის გარეშე. ასეთი შესწავლის უშუალო რეზულტატს წარმოადგენს სეისმური კერების (სკ) ზონების გამოყოფა. ამ სამუშაოში გამოყენებული სკ ზონების გამოყოფის მეთოდიკა

(Varazanashvili, 1989, 1998) ემყარება გეოლოგიურ-გეოფიზიკური და სეისმოლოგიური მონაცემების ფართო წრეს, ხოლო მისი კონცეპტუალური საფუძველი საქართველოს ტერიტორიის დედამიწის ქერქის რთული ბლოკური აგებულებაა. ენდოგენური პროცესებით გამოწვეული დედამიწის ქერქის უწყვეტი დეფორმაციის პირობებში ზოგიერთ ბლოკთაშორის გარდამავალ ზონებში ხდება ბლოკების ფარდობითი ურთიერთგადაადგილების დამუხრუჭება, რასაც მივყავართ დრეკადი პოტენციური ენერგიის აკუმულირების არეების გაჩენასთან. ეს ენერგია, როგორც ცნობილია, შეიძლება განიმუხტოს სწრაფი დინამიკური გარღვევის ანუ მიწისძვრის შედეგადაც. სკ ზონების ანუ ძლიერი მიწისძვრების კერების წარმოშობის პოტენციური ადგილების დადგენის პროცესში საჭიროა ბლოკთაშორისი გარდამავალი ზონების სივრცული მდებარეობის დაზუსტება. დასმული ამოცანის გადასწყვეტად აუცილებელია მონაცემები საკვლევი რაიონის სეისმურად აქტიურ რღვევათა ზონების შესახებ.

3.1 საკვლევი რაიონის სეისმურად აქტიური რღვევები

რაიონი, რომელსაც ვიხილავთ ამ ანგარიშში მოიცავს 15 შედარებით დიდ, სეისმურად აქტიურ რღვევას ან რღვევათა ზონას (რზ), გამოვლენილს გეოლოგიური, გეოფიზიკური, მორფოლოგიური და სეისმოლოგიური კვლევების საფუძველზე (ნახ. 6). აქ მოცემულია საქართველოს (G) რღვევების ჩამონათვალი: ალაზნის რღვევათა ზონა (G1), ორხევის რღვევათა ზონა (G2), ელდარის რღვევათა ზონა (G3), კასპის რღვევა (G4), სურამის რღვევათა ზონა (G5), აწყურის რღვევათა ზონა (G6), ბაკურიანის რღვევა (G7), ტაურტეპეს რღვევათა ზონა (G8), უდაბნოს რღვევათა ზონა (G9), თბილისის რღვევა (G10), თელეთის რღვევა (G11), ხრამის ჩრდილოეთ რღვევა (G12), ხრამის სამხრეთ რღვევა (G13), ჩრდილოეთ ლოქის რღვევათა ზონა (G14), დმანისის რღვევა (G15). ქვემოთ მოყვანილია ამ რღვევების მოკლე აღწერები Adamia et al. (2008) და Sesetyan et al., (2017)-ის მიხედვით.



ნახ. 6. საკვლევი რაიონის სეისმურად აქტიური რღვევები ან რღვევათა ზონები (რზ).

G1 ალაზნის რღვევა

ალაზნის რღვევა სამხრეთ-ვერგენტული შესხლეტვაა და წარმოადგენს ალაზნის პლიოცენ-მეოთხეული „ფიგიბექ“ აუზის ჩრდილოეთ საზღვარს. რღვევა ზედაპირზე არ შიშვლდება და გადაფარულია მდ. ალაზნის მეოთხეული ნალექებით. ჰორიზონტალური გადაადგილების სიდიდე შეადგენს რამდენიმე ასეულ მეტრს. რღვევის სიბრტყის დაქანების კუთხე შეადგენს 60^0.

G2 ორხევის რზ

ორხევის რღვევათა ზონა მთლიანად მოიცავს კავკასიონის ფრონტალურ ნაწილს და წარმოდგენილია სამხრეთ-ვერგენტული შეცოცებით. შეცოცების ჰორიზონტალური გადაადგილების ამპლიტუდა რამდენიმე კილომეტრია (Geology of the USSR, v. 47, 1972; Gamkrelidze and Gamkrelidze, 1977). შეცოცების დაქანების კუთხე 45-35^0-ია.

G3 ელდარის რზ

ელდარის რღვევითი ზონა წარმოადგენს რღვევების სისტემას კონცენტრირებულს მდინარე მტკვრის ხეობაში, მთათაშუეთის დეპრესიაში, რომელიც ყოფს კავკასიონს

და მცირე კავკასიონს ერთმანეთისაგან. რღვევები კვეთავს ნეოგენურ ზღვიურ და კონტინენტურ ნალექებს (Geology of USSR, v. X, 1964; v. 47, 1972). მინგენჩაურის წყალსაცავთან ახლოს ნეოგენური-მეოთხეული ნალექები დეფორმირებულია. რღვევის დასავლეთ სეგმენტი ტექტონიკურ კონტაკტშია პოსტ-მიოცენურ ნალექებთან. რღვევის სიბრტყის დაქანების კუთხე შეადგენს 60^0.

G4 კასპის რღვევა

კასპის რღვევა წარმოადგენს შეცოცებას და განლაგებულია მტკვრის ფორლანდის სამხრეთ ნაწილში. რღვევის სიბრტყის დაქანება შეადგენს $40\text{-}30^0$. ჰორიზონტალური გადაადგილების სიდიდე რამდენიმე კილომეტრია.

G5 სურამის რზ

სურამის რღვევათა ზონა წარმოადგენს სამხრეთ-ვერგენტულ შესხლეტვას. რღვევის სიბრტყის დაქანების კუთხე $80\text{-}70\text{-}60\text{-}50^0$. ეს რღვევა სტრუქტურული საზღვარია მტკვრის ფორლანდის ნაოჭა-შეცოცებითი სარტყელსა და აღმოსავლეთ აჭარა-თრიალეთის ნაოჭა-შეცოცებითი სარტყელს შორის. სურამის რღვევა არის პასიური ზურგის შეცოცება და მისი ფორმირება დაკავშირებულია სიღრმეში ჩრდილო-ვერგენტული დუპლექსების (ან სოლის) გადაადგილებასთან სამხრეთიდან ჩრდილოეთი მიმართულებით. დუპლექსები აგებულია ცარც-პალეოგენური ქანებით (Alania et al., 2001).

G6 აწყურის რზ

აწყურის რღვევათა ზონა წარმოადგენს ჩრდილო-ვერგენტულ შესხლეტვას. იგი განლაგებულია აჭარა-თრიალეთის ნაოჭა-შეცოცებითი სარტყელის ფარგლებში, ქედის რღვევის სამხრეთით. ზედაპირზე რღვევის სიბრტყის დაქანების კუთხე შეადგენს $70\text{-}60^0$.

G7 ბაკურიანის რზ

რღვევათა ზონა განვითარებულია აჭარა-თრიალეთის ნაოჭა-შეცოცებითი სარტყელის პალეოგენურ და ცარცულ ქანებში და წარმოდგენილია ჩრდილო-ვერგენტული შესხლეტვით. რღვევის სიბრტყის დაქანება 80^0-ია.

G8 ტაურტეპეს რზ და G9 უდაბნოს რზ (ბაიდას რზ-ის სეგმენტები)

რღვევათა ზონა განლაგებულია პლიოცენ-მეოთხეული მოლასური ნალექების ქვეშ და წარმოდგენილია როგორც ფარული რღვევა. აზერბაიჯანის ტერიტორიაზე ეს რღვევა გამოყოფილია როგორც მარჯვენა ნაწევი დადგენილი მიწისძვრების ფოკალური მექანიზმების მიხედვით (Rastsvetaev, 1989; Kopp, 1997). ამასთან გადაადგილების სიდიდე და სიჩქარე არაა დადგენილი. რღვევის სიბრტყის დაქანება 90-60^0-ია.

G10 თბილისის რღვევა

თბილისის რღვევა კარგადაა გამოხატული რელიეფში და წარმოდგენილია მარჯვენა ნაწევით (Rastsvetaev, 1989; Kopp, 1997). რღვევა მიუყვება მდ. მტკვრის ხეობას და იწყება ქ. მცხეთიდან და გრძელდება აზერბაიჯანის ტერიტორიაზე. ზედაპირზე რღვევის სიბრტყის დაქანება 85-70^0-ია.

G11 თელეთის რღვევა

თელეთის რღვევა სამხრეთ-ვერგენტული შეცოცებაა და განლაგებულია აჭარა-თრიალეთის ნაოჭა-შეცოცებითი სარტყელის უკიდურეს სამხრეთ ნაწილში და განვითარებულია თელეთის ანტიკლინის სამხრეთ ფრთაში. ზედაპირზე რღვევის სიბრტყე დაქანებულია 40-35^0-ით. თელეთის ანტიკლინი აგებულია პალეოცენ-ქვედა ეოცენური ტერიგენული ტურბიდიტებით და ფიქლებით (ბორჯომის ფლიში). თელეთის ანტიკლინი ინტერპრეტირებულია როგორ სამხრეთ-ვერგენტული რღვევა-გავრცელებადი ნაოჭი, რომლის სამხრეთ ფრთაში განვითარებულია შეცოცება (Alania et al., 2013).

G12 ხრამის ჩრდილოეთ რღვევა და G13 ხრამის სამხრეთ რღვევა

ეს რღვევები სამხრეთ-ვერგენტული შესხლეტვებია და განლაგებულია აღმოსავლეთ საქართველოს სამხრეთ ნაწილში. ის იწყება ჯავახეთის ზეგანიდან და აღწევს თბილისის რღვევამდე. ზედაპირზე G12 რღვევის სიბრტყის დაქანების კუთხე არის 80-70^0, ხოლო G13 რღვევის დაქანების კუთხე - 80-70-60^0.

G14 ჩრდილოეთ ლოქის რზ

ეს რღვევათა ზონა მდებარეობს ლოქის მასივის ჩრდილოეთით და წარმოადგენს სამხრეთ-ვერგენტულ შეცოცებას. რღვევა განვითარებულია ცარცულ და პალეოგენურ ქანებში. რღვევის დაქანების კუთხე 40-45^0-ია.

G15 დმანისის რღვევა

დმანისის რღვევა წარმოადგენს ჩრდილო-ვერგენტულ შესხლეტვას. რღვევა გრძელდება აზერბაიჯანის ტერიტორიაზე. დაქანების კუთხე არის 50-60^0.

3.2 საკვლევი რაიონის სეისმური კერების (სკ) ზონები

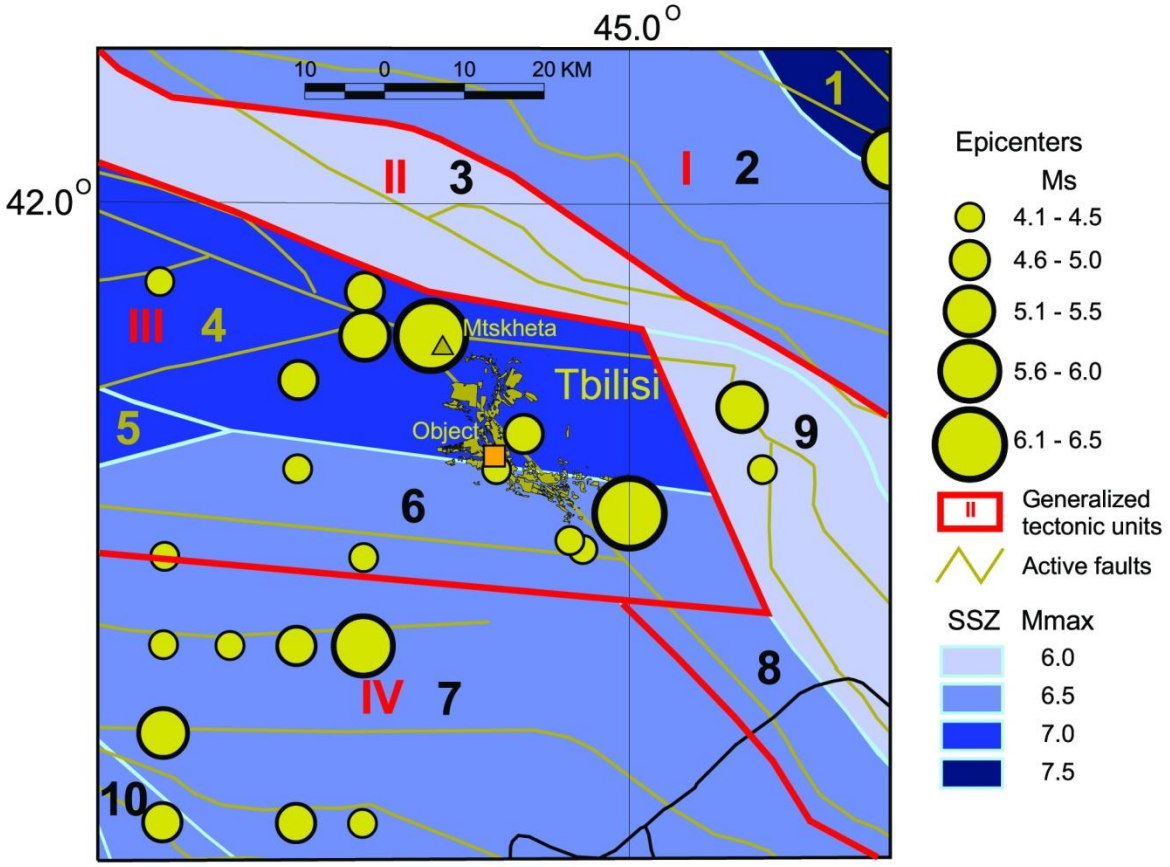
სეისმური საშიშროების შეფასების თანამედროვე მეთოდებში რეკომენდირებულია ხაზოვანი ტიპის სკ ზონების გამოყენება, რაც თავის მხრივ ითხოვს რღვევების სამგანზომილებიანი გეომეტრიის ზუსტ ცოდნას. ასეთი დეტალური ინფორმაციის არარსებობის შემთხვევაში ასევე რეკომენდირებულია ფართობრივი (ზონალური) ტიპის სკ ზონების გამოყენება, რაც ყველაზე უფრო მისაღებია საქართველოს დღევანდელი პირობებისთვის.

ამდენად, ზემოთქმულის გათვალისწინებით, აქტიურ რღვევათა მონაცემთა ბაზაზე, კერძოდ, ცალკეული რღვევის სტრუქტურის, დახრილობის, რაიონის სეისმოაქტიური ფენის სიმძლავრის შესახებ არსებული მონაცემების საფუძველზე, დადგინდა მათი დინამიკური გავლენის არის სიგანე. შემდგომში მიწისძვრების კერების გეომეტრიის, იზოსეისტების მიმართულების, ფორ- და აფტერშოკული ზონების ორიენტაციის, კერის მექანიზმების მონაცემების მიხედვით გამოკვლეულ იქნა ამ არეებთან მიწისძვრების კერების კავშირი და ფაქტიურად გამოყოფილ იქნა სკ ზონები.

საკვლევი რაიონში გამოყოფილ იქნა 10 სკ ზონა (იხ. ნახ. 7). ისინი დიფერენცირებულია 0.5 ბიჯით აღებულ ოთხ მაგნიტუდურ დიაპაზონში ($6.0 \le M_{max} \le 7.5$). აქვეა დატანილი $M_S > 4.0$ მიწისძვრების ეპიცენტრები, დაფიქსირებული მთელი ისტორიული პერიოდის განმავლობაში და აქტიური რღვევები. შემდგომში ჩატარდა სკ ზონების პარამეტრიზაცია (ცხრილი 1).

ცხრილი 1. სკ ზონების პარამეტრიზაცია

# SSZ	M_{Smax}	h_{min}, km	I_{omax}, (MSK)	*a*	*b*
1	7.5	15	10	3.19	0.81
2	6.5	10	9	2.55	0.81
3	6.0	10	8	2.71	0.99
4	7.0	12	9	2.93	0.99
5	7.0	12	9	2.50	0.89
6	6.5	10	9	2.54	0.89
7	6.5	10	9	3.12	0.99
8	6.5	10	9	2.87	0.99
9	6.0	10	8	2.83	0.99
10	6.5	10	9	1.70	0.74



ნახ. 7. საკვლევი რაიონის სკ ზონების რუკა.

სკ ზონების პარამეტრიზაციის დროს ყველაზე უფრო რთულ ამოცანას წარმოადგენს სეისმური პოტენციალის ანუ მაქსიმალური მოსალოდნელი მაგნიტუდის (M_{Smax}) განსაზღვრაა. წარმოდგენილ სამუშაოში ეს ამოცანა გადაწყდა კომპლექსურად, ხუთი მეთოდის გამოყენებით, რომელთაგან სამი სეისმოლოგიურია, ხოლო ორი გეოლოგიური (Wells, Coppersmith, 1994; Shebalin et al., 2000; Wheeler, 2009).

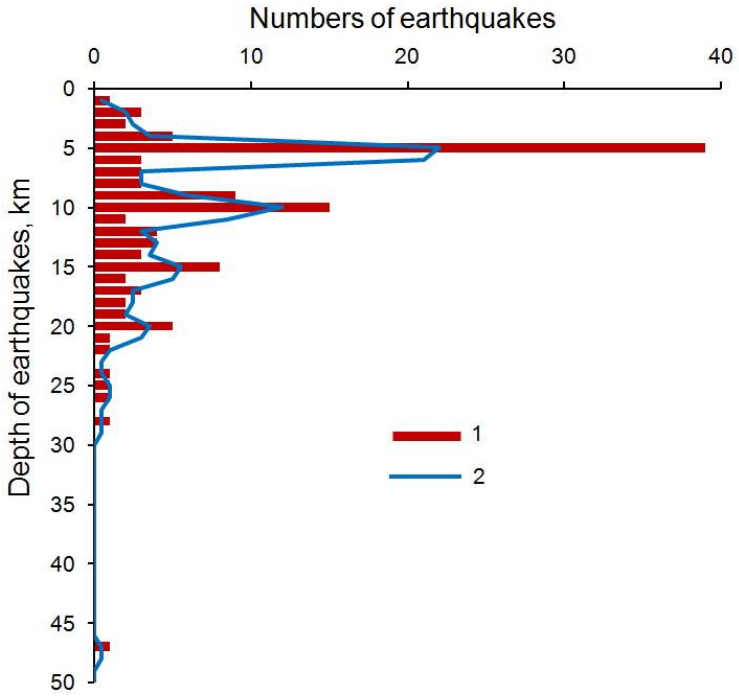
გარდა ამისა თითოეული სკ ზონისათვის განისაზღვრა a და b პარამეტრები, რომლებიც გუტენბერგ-რიხტერის განმეორადობის კანონის კოეფიციენტებია:

$$\lg N = a - bM . \quad (1)$$

პარამეტრი b განისაზღვრა ოთხი მსხვილი ტექტონიკური ერთეულისთვის: I. კავკასიონის სამხრეთ ფერდის ზონა; II. მტკვრის დაბლობი; III. აჭარა-თრიალეთის ნაოჭა-შეცოცებითი სარტყელი; IV. ართვინ-ბოლნისის ბელტი (იხ. ნახ. 7), რომლებიც ნაწილობრივ მოიცავენ საკვლევ რაიონს და სადაც სეისმოსტატისტიკა იყო საკმარისი ამ პარამეტრის საიმედო განსაზღვრისთვის. შემდეგ იყო ცდა ამ პარამეტრების განსაზღვრისა ცალკეულ სკ ზონებში, მაგრამ სტატისტიკური უკმარისობის გამო ეს არ მოხერხდა და ამიტომ მათ მიეწერათ იმ ტექტონიკური ერთეულის b პარამეტრის მნიშვნელობები, რომელშიც ისინი მდებარეობდნენ. პარამეტრი a განისაზღვრა ცალკეული სკ ზონისთვის არაწარმომადგენელი მონაცემების კალიბრების მეთოდის გამოყენებით.

ცხრილ 1-ში, ზემოთ აღნიშნული პარამეტრების გარდა, აგრეთვე მოცემულია თითეული სკ ზონაში მოსალოდნელი მაქსიმალური შერყევების მნიშვნელობები (I_{omax}) და მინიმალური სიღრმე, რომელზეც წარმოიშვება მაქსიმალური მიწისძვრები (h_{min}).

აქტიურ რღვევებთან დაკავშირებული მიწისძვრების სიღრმის განაწილების გამოკვლევა მოხდა ზევით ნახსენებ ოთხ მსხვილ ტექტონიკურ ერთეულში. აიგო მიწისძვრების რაოდენობას (n) და სიღრმეს (h) შორის ემპირიული n(h) დამოკიდებულებები. ნახ. 8-ზე წარმოდგენილია მიწისძვრების სიღრმის მიხედვით განაწილების გრაფიკი აჭარა-თრიალეთის ნაოჭა-შეცოცებითი სარტყელისთვის, რომელშიც მოცემული ობიექტი მდებარეობს.



ნახ. 8. აჭარა-თრიალეთის ნაოჭა-შეცოცებითი სარტყელის მიწისძვრების სიღრმის მიხედვით განაწილება: 1 – n(h) დამოკიდებულების ჰისტოგრამა 1900-2015 წწ. დროის პერიოდისთვის; 2 – ამავე პერიოდისთვის მცოცავი გასაშუალებით (ბიჯი 3) მიღებული გრაფიკი.

ამ გრაფიკის ანალიზიდან შეიძლება დავასკვნათ, რომ აჭარა-თრიალეთის ნაოჭა-შეცოცებითი მთიანი სარტყელის ტექტონიკურ ერთეულში მიწისძვრები წარმოიშვება ძირითადად 1 კმ-დან 30 კმ სიღრმემდე (ნახ. 8). თუმცა უმეტესობა მიწისძვრების 20 კმ სისქის სეისმოაქტიურ ფენში ხდება 5, 10 და 15 კმ სიღრმეებზე. ამ ინფორმაციას დიდი მნიშვნელობა აქვს სეისმური საშიშროების პროგრამული გამოთვლების დროს.

ცხრილი 1-ის, სკ ზონების რუკის (ნახ. 7) და (I, M, Δ, h)-დამოკიდებულების (იხ. ფორმულა 3) საფუძველზე დადგინდა, რომ უშუალოდ ობიექტის ტერიტორიაზე ყველაზე უფრო მაღალი სეისმური საშიშროება მოსალოდნელია # 1, 3, 4, 5 და 6 სკ ზონებიდან. განვიხილოთ ეს ზონები უფრო დეტალურად:

#1 სკ ზონა დაკავშირებულია ლაგოდეხის (ჩრდილეთ და სამხრეთ), ილტოსა და ალაზნის რღვევათა ზონებთან. ამ სკ ზონის მცირე ნაწილი ხვდება საკვლევ რაიონში, თუმცა იგი რამდენიმე ასეულ კმ-ზეა განფენილი კავკასიონის სამხრეთ ფერდის გასწვრივ. აქ დაფიქსირებულია ძალიან ბევრი ზომიერი და ძლიერი მიწისძვრა. მათ შორის გამოიყოფა მაგალითად, 742 წ. ჯვრის უღელტეხილის (M_S≈6.4, I_o≈8.5); 1530 წ. (M_S≈5.7, I_o≈8.0) და 1742 წ. (M_S≈7.40, I_o≈9.0) ალავერდის; 1756 წ. ((M_S≈4.7, I_o≈7.0)

კახეთის ისტორიული მიწისძვრები და ძლიერი თანამედროვე მიწისძვრები: 1951 წ. მთათუშეთის (M_S=5.2, I_O=6.0); 1992 წ. ბარისახოს (M_S=6.3, I_O=7.5) და სხვა. ამ მკ ზონის სეისმური პოტენციალი ძალიან მაღალია M_{max}=7.5.

#3 სკ ზონა გამოიყოფა ელდარისა და ბაიდას რღვევათა ზონების სეისმური აქტივობის შედეგად. ამ სკ ზონაში დაიკვირვება ბევრი სუსტი და ზომიერი მიწისძვრა, აქვეა (თბილისიდან 30 კმ-ში) ხაშმის მიწისძვრების (1953 წ., 1967 წ., 1994 წ., 1997 წ.) ძალზედ აქტიური ეპიცენტრული ზონა. მისი სეისმური პოტენციალი შეფასებულია, როგორც M_{max}=6.0.

#4 სკ ზონა, რომელშიც მდებარეობს ობიექტი, დაკავშირებულია სეისმურად აქტიურ სურამისა და კასპის რღვევებთან. ამ სკ ზონის გასწვრივ დაიკვირვება ბევრი ძლიერი ისტორიული და თანამედროვე მიწისძვრა: ჩ.წ.აღ. 85 წ. ბებნისის (M_S≈7.0, I_O≈9.5); 1275 წ. მცხეთის (M_S≈6.5, I_O≈9.0); 1890 წ. მცხეთის რაიონის (M_S=5.2, I_O=6.5); 1891 წ. ქარელის რაიონის (M_S=4.5, I_O=5.5); 1920 წ. ქართლის (M_S=6.2, I_O=8.5); 1951 წ. (M_S=4.6, I_O=6.0); 2002 წ. თბილისის (M_S=4.6, I_O=7.5) და სხვ. განსაკუთრებულ ინტერესს იწვევს 1275 წ. მცხეთისა და 2002 წ. თბილისის მიწისძვრები, რომელთა ეპიცენტრულ ზონებში ხვდება ობიექტი. ამ სკ-ს სეისმური პოტენციალი მაღალია – M_{max}=7.0.

#5 სკ ზონის მცირე ნაწილი ხვდება საკვლევ რაიონში, თუმცა 150 კმ-ზე მეტი განფენილობა აქვს საქართველოსა და თურქეთის ტერიტორიაზე. მისი წარმოშობა უკავშირდება აწყურის, ბაკურიანის და აგრეთვე პასოფის რღვევათა ზონების აქტივობას. აქ აღინიშნება ძალიან ბევრი ზომიერი და ძლიერი მიწისძვრა. მათ შორის გამოიყოფა 1283 წლის სამცხის მიწისძვრა (M_S=7.0, I_O=9.5); 1925 წ. არდაჰანის (M_S=5.8, I_O=8.5); 1940 წ. ტაბაწყურის (M_S=6.1, I_O=8.0) და 1970 წ. ბორჯომის (M_S=4.7, I_O=7.0). ამ მკ ზონის სეისმური პოტენციალი ასევე მაღალია M_{max}=7.0.

#6 მკ ზონა გამოიყოფა თელეთის რღვევის აქტივობის გამო. მის გასწვრივ დაფიქსირდა ბევრი ზომიერი და ძლიერი მიწისძვრა: 1896 წ. თბილისის რაიონის (M_S=6.3, I_O=7.5); 1909 წ. (M_S=4.2, I_O=5.5); 1912 წ. (M_S=4.4, I_O=5.5); 1969 წ. (M_S=4.2, I_O=4.5) და სხვა. ამ მკ ზონის სეისმური პოტენციალია M_{max}=6.5.

ხუთი სკ ზონის არსებობა, რომლებსაც შეუძლიათ ობიექტის ტერიტორიაზე მნიშვნელოვანი (I≥8.0) სეისმური ზემოქმედების გამოწვევა, ითხოვს ასეთი ზემოქმედების ალბათური და დეტერმინისტული (მაქსიმალური) მნიშვნელობების შეფასებას.

4. ობიექტის ტერიტორიის სეისმური საშიშროების შეფასება

სეისმური საშიშროების შეფასება გულისხმობს საკვლევ რაიონში მოსალოდნელი მიწისძვრების შედეგად გამოწვეულ გრუნტის რყევების ინტენსივობის პროგნოზირებას. ამ ანგარიშში ობიექტის ტერიტორიისთვის სეისმური საშიშროების შესაფასებლად გამოყენებულ იქნა, როგორც ალბათური, ასევე დეტერმინისტული მიდგომები.

4.1 სეისმური საშიშროების ალბათური შეფასება

სეისმური საშიშროების ალბათური შეფასება მოიცავს გრუნტის რხევების მოსალოდნელი სიდიდის გამოთვლას, მითითებული დროის განმავლობაში გადაჭარბების მოცემული ალბათობისთვის. მაგალითად, გრუნტის პიკური აჩქარება, რომელსაც აქვს 10-პროცენტიანი ალბათობა (შეესაბამება 475 წლიან განმეორებადობის პერიოდს) იმისა, რომ იყოს გადაჭარბებული შემდეგი 50 წლის განმავლობაში.

სეისმური საშიშროების შეფასების ალბათობის თანამედროვე მეთოდოლოგია (მაგ., Frankel et al., 1996) განიხილავს შემდეგ ნაბიჯებს:

1. მიწისძვრების სრული კატალოგის შედგენა მაგნიტუდის უნიფიცირებული სკალით;
2. აქტიური რღვევების მონაცემთა ბაზების შედგენა, სკ ზონების აგება. განმეორადობისა და მაქსიმალური მაგნიტუდის შეფასება;
3. გრუნტის რხევების დაცხრომის კანონზომიერების შეფასება;
4. სეისმური საშიშროების მრუდების აგება.

გამოთვლები გვაძლევენ გრუნტის რხევების სხვადასხვა პარამეტრების (მაგ., მაკროსეისმური ინტენსივობა, პიკური აჩქარება, სპექტრალური აჩქარება და ა.შ.)

რიცხვით მნიშვნელობებს გადაჭარბების ნებისმიერი მოცემული ალბათობისთვის ან განმეორადობის პერიოდისთვის.

სეისმური საშიშროების ალბათური შეფასებებისას თითოეული სკ ზონა განიხილება როგორც სეისმური წყარო მისთვის დამახასიათებელი სეისმური პოტენციალით და მიწისძვრების განმეორებადობის კანონით. ერთ სკ ზონაში მომხდარი მიწისძვრების ხარჯზე, ობიექტზე წარმოშობილი მოცემული ინტენსივობის შერყევების განმეორებადობის საშუალო პერიოდით (T) ისაზღვრება ფორმულით:

$$1/T = 1/T_{Mmax} + \cdots + 1/T_{Mmin}, \qquad (2)$$

სადაც $M_{min},\ldots,M_{max}$ არის მაგნიტუდები, რომელთაც ობიექტზე შეუძლიათ მოცემული ინტენსივობის შერყევების გამოწვევა. იგივე პროცედურა ტარდება სხვა სკ ზონებისა და შერყევების ინტენსივობის სხვადასხვა მნიშვნელობებისათვის და შედეგები იკრიბება, რაც საბოლოო ჯამში გვაძლევს საშუალებას მოცემული ობიექტისთვის ავაგოთ სეისმური საშიშროების გრაფიკი, დავადგინოთ მისი ანალიტიკური გამოსახულება და გამოვთვალოთ მოცემული ალბათობის შესაბამისი გრუნტის რხევის მნიშვნელობები.

მაკროსეისმური ინტენსივობის პროგნოზირების მოდელი: მაქსიმალური მაკროსეისმური ინტენსივობის შეფასებისათვის გამოყენებულ იქნა განტოლება:

$$I_{maxobj} = dM_{Smax} - v\lg\sqrt{(\Delta_{min}^2 + h_{min}^2)} + c, \qquad (3)$$

სადაც M_{Smax} – მაქსიმალური მაგნიტუდა ზედაპირული ტალღებით, Δ_{min} – მინიმალური მანძილი სკ ზონამდე, h_{min} – მინიმალური სიღრმე, რომელზეც წარმოიშვება მაქსიმალური მიწისძვრების კერები, ხოლო d, ν და c – კოეფიციენტები, განსაზღვრული საქართველოსთვის (Varazanashvili et al. 2011). უნდა აღინიშნოს, რომ მინიმალური მანძილები ობიექტიდან სკ ზონებამდე აიღება მაქსიმალური მიწისძვრების კერების გეომეტრიული ზომების გათვალისწინებით.

გრუნტის მოძრაობის პროგნოზირების მოდელები: ძლიერი მოძრაობების (რხევების) მონაცემთა ბაზა საქართველოსთვის ძალიან მწირია. განსაკუთრებით ეს ეხება ძლიერ მიწისძვრებს M≥5, რომლებიც ყელაზე უფრო მნიშვნელოვანია ინჟინრული თვალსაზრისით. კავკასიაში არაერთი კვლევა ჩატარდა (Arefiev et al., 1991a; Arefiev et

al., 1991b; Smit et al., 2000; Jibladze et al., 2000) სათანადო განტოლებების განსაზღვრის მიზნით, მაგრამ მცირე მონაცემების გამო სასურველ შედეგები ვერ იქნა მიღებული. იყო ცდა მონაცემთა გაზრდის სხვადასხვა რეგიონების ამ მიზნით გაერთიანების ხარჯზე. თუმცა თითოეული რეგიონის სპეციფიკის გაუთვალისწინებლობის გამო, შესაბამისი განტოლებები საკმაოდ არაზუსტ შედეგებს იძლეოდა (Ambraseys, 1995; Ambraseys and Simpson, 1996). ზოგიერთ შემთხვევაში ცალკეულ რეგიონებს შორის გამოვლენილმა მსგავსობამ აჩვენა, რომ ამ რეგიონებისთვის (მაგ., კავკასია, ჩრდილო-დასავლეთი თურქეთი, ცენტრალური იტალია და სხვა) შესაძლებელია ძლიერი მოძრაობების მონაცემთა ინტეგრირება GMPE – ძლიერი მოძრაობების პროგნოზირების განტოლებების მისაღებად (Smit et al., 2000; Slejko et.al, 2008).

სხვადასხვა რეგიონებში და ტექტონიკურ რეჟიმებში გრუნტის რხევების პროგნოზირებაში ეპისტემიური განუზღვრელობის შესამცირებლად სათანადო GMPE-ის არჩევასთან ერთად აუცილებელია მათი წონების, რეგიონული და კვლევის მიზნებისადნი შესაბამისობის ასახვა. ამ პროცესის წინაპირობას წარმოადგენს ამორჩეული GMPE-ის რაც შეიძლება მცირე, მაგრამ ეპისტემიური განუზღვრელობის შესამცირებლად საკმარისი რაოდენობის მიღება. არჩეული GMPE-ის ნაკრები უნდა მოიცავდეს მაგნიტუდების, მანძილების და სიხშირეების ფართო დიაპაზონს. ამიტომაც გრუნტის მოძრაობის პროგნოზირების მოდელები შემუშავებული გლობალურ მონაცემთა ბაზის გამოყენებით (ანუ გლობალური მოდელები), როგორც წესი, უფრო მისაღებია, ვიდრე რეგიონული მოდელები, რომლებიც მართალია უკეთ ასახავენ გრუნტის მოძრაობის დაცხრომის ადგილობრივ თავისებურებებს, მაგრამ ხშირად საკმარისი კარგი ხარისხის მონაცემების არარსებობის გამო ზღუდავენ მოდელს.

ახალი თაობის დაცხრომების პროექტმა (NGA 2) შეიმუშავა GMPE განტოლებების სერია, რომლებიც გამიზნულია სხვადასხვა გეოგრაფიულ რეგიონებში (მათ შორის თურქეთი და კავკასია) გამოსაყენებლად; ერთადერთი შეზღუდვა არის დაშვება, რომ ტექტონიკურად აქტიურ რეგიონებში მიწისძვრები ხდება ქერქის ზედა ფენაში. დამატებით NGA 2 GMPE მოდელებთან ერთად ჩვენ ასევე განვიხილეთ ყველა მოდელები, რომლებიც შემუშავებულ იქნა ევროპისა და ახლო აღმოსავლეთის გრუნტის ძლიერი მოძრაობების მონაცემებისთვის.

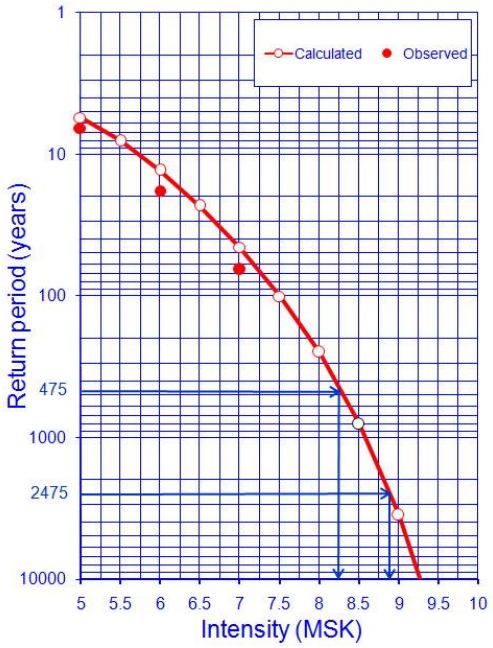
ამ მოსაზრებებიდან გამომდინარე, სეისმური საშიშროების გამოსაკვლევად გამოვიყენეთ GMPE განტოლებები, რომლებიც საკმარისად თავსებადია კავკასიის გრუნტის ძლიერი მოძრაობების მონაცემებთან და აიღება ერთნაირი წონებით:

1. Campbell and Bozorgnia (2014);
2. Chiou and Youngs (2014)
3. Idriss (2014)
4. Zhao et al. (2006).

ანალიზში გამოყენებული პროგრამული უზრუნველყოფა: პროგრამა OPENQUAKE (შემუშავებული GEM გლობალური პროექტის ფარგლებში) გამოყენებული იყო სეისმური საშიშროების გათვლისთვის. შედეგები გადამოწმებული იქნა აგრეთვე EZ-FRISK™ პროგრამით (შემუშავებული რისკის ამერიკული კორპორაციის მიერ), რომელმაც მთელ მსოფლიოში პოვა გამოყენება შესაბამის პროექტებში. ეს პროგრამები, როგორც სეისმური საშიშროების ანალიზის ინსტრუმენტები, ითვლიან მიწისძვრების საშიშროებას გრუნტისთვის, ოღონდ გარკვეული დაშვებებით, მითითებულს მომხმარებლის მიერ. ეს დაშვებები მოიცავს იმას, თუ სად მოხდება მიწისძვრები, როგორი პრამეტრები ექნებათ და როგორი იქნება შესაბამისი გრუნტის მოძრაობები. პროგრამები ასრულებენ სეისმური საშიშროების როგორც ალბათურ, ასევე დეტერმინისტულ გათვლებს. ალბათური გამოთვლების რეზულტატი არის სხვადასხვა დონის გრუნტის რხევების სიხშირის ყოველწლიური გადაჭარბების მნიშვნელობები ჩვენი ინტერესის ადგილზე. აღნიშნული პროგრამები აგრეთვე ითვლიან მაგნიტუდისა და მანძილის განაწილებას და საშუალოს გადახრას, რომელიც იწვევს გრუნტის რხევის მოცემული დონის გადამეტებას. მეორეს მხრივ პროგრამებით გაკეთებული დეტერმინისტული გამოთვლები აფასებენ გრუნტის რხევებს (საშუალოს და გრუნტის რხევების დისპერსიას მითითებული კვანტილებისთვის), რომელიც შეესაბამება მიწიძვრის უდიდეს მაგნიტუდას და რომელიც ხდება ყოველი სეისმური კერის ზონაში მინიმალურ მანძილზე ჩვენი ინტერესის ადგილამდე.

ალბათური სეისმური საშიშროების შეფასების შედეგები: ზემოთ აღწერილი მეთოდიკის (2, 3) განტოლებების გამოყენებით ჩატარებული გამოთვლების

საფუძველზე, მაკროსეისმური ინტენსივობის (MSK სკალა) 0.5 ბიჯით, ობიექტისათვის აგებულ იქნა სეისმური საშიშროების გრაფიკი (იხ. ნახ. 9). იგი გვიჩვენებს მიწისძვრებით გამოწვეული სხვადასხვა MSK ინტენსივობის შერყევების განმეორადობის პერიოდის გამოთვლილ მნიშვნელობებს. მასზე დატანილია, აგრეთვე დაკვირვების დროის განმავლობაში 5±0.5; 6±0.5 და 7±0.5 MSK ინტენსივობის შერყევების დანაკვირვები საშუალო პერიოდები. ამ სიდიდეების განსაზღვრის სიზუსტის ფარგლებში ისინი კარგ თანხმობაშია შესაბამის გამოთვლილ მნიშვნელობებთან. თუმცა უნდა აღინიშნოს ტენდენცია, რომელიც გამოიკვეთა ამ დროს. კერძოდ, ინტენსივობის დანაკვირვები საშუალო პერიოდის მნიშვნელობების დონეები შედარებით უფრო დაბალია ვიდრე გამოთვლილი. ამდენად მოსალოდნელი მაკროსეისმური ინტენსივობის სიდიდეების წარმოდგენისას უმჯობესია გამოთვლილი მნიშვნელობების დამრგვალება ზევით აღნიშნული ტენდენციის გათვალისწინებით (იხ. ნახ. 9 და ცხრილი 2). გარდა ამისა აღსანიშნავია, რომ საქართველოს პირობებში MSK ინტენსივობით გამოხატული დანაკვირვები მაკროსეისმური ველი წარმოადგენს სეისმური საშიშროების პროგნოზული შეფასების პრაქტიკულად ერთადერთ მაკონტროლებელ ფაქტორს. ცხრილ 2-ში მოცემულია ობიექტის სეისმური საშიშროების ალბათური შეფასება მაკროსეისმური ინტენსივობისთვის.



ნახ. 9. ობიექტის სეისმური საშიშროების გრფიკი, გამოხატული მაკროსეისმური ინტენსივობით (MSK სკალა).

ცხრილი 2. ობიექტის ალბათური სეისმური საშიშროების შეფასება, გამოხატული მაკროსეისმური MSK ინტენსივობით (t=50 წელი მოლოდინის პერიოდისთვის).

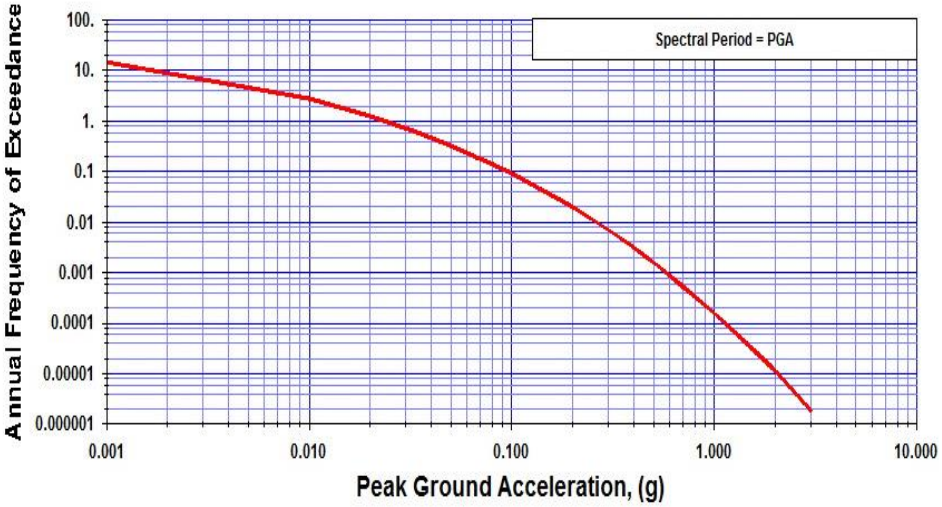
P , % (T, წელი)	10 (475)	2 (2475)
I_{obj} , MSK	8.0	9.0

იმავე პრინციპების საფუძველზე შესაძლებელია სეისმური საშიშროების გრფიკების აგება გრუნტის პიკური (PGA) და სპექტრალური აჩქარებებით (SA).

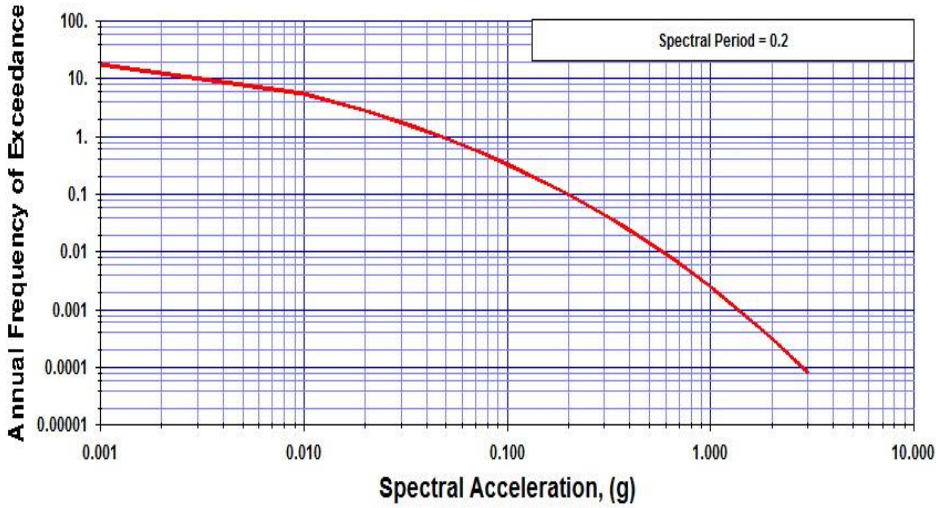
ობიექტის მოედნისთვის მიღებულ იქნა მიწისძვრის დროს გრუნტის რხევების ალბათური მნიშვნელობები, რომლებიც შეესაბამება სხვადასხვა განმეორებადობის პერიოდის მქონე ჰორიზონტალურ კომპონენტებს (PGAH და 5% დაცხრომის 0.2, 1 და 4.0 წმ SAH) ამგებ გრუნტებზე (V_{S30}=515 მ/წმ – მკვრივი გრუნტი), წარმოდგენილს ცხრილ 3-ში და ნახ. 10, 11, 12 და 13-ზე. ამ ცხრილში მოცემული შედეგები შეესაბამება 475 და 2475 წელი განმეორებადობის პერიოდებს. შედარებისთვის, ცხრილ 3-ში აგრეთვე მოცემულია შედეგები, გათვლილი კლდისთვის (V_S=801 მ/წმ). გრუნტის რხევის ვერტიკალური კომპონენტები მიღებულია როგორც 2/3 ჰორიზონტალური კომპონენტების. ხოლო ნახ. 14-ზე ნაჩვენებია ერთიანი საშიშროების სპექტრი ობიექტისთვის.

ცხრილი 3. ობიექტის ალბათური სეისმური საშიშროების შეფასება (ჰორიზონტალური კომპონენტა, მკვრივი გრუნტი V_{S30}=515 მ/წმ და კლდე V_{S30}=801 მ/წმ, მოლოდინის დრო 50 წელი).

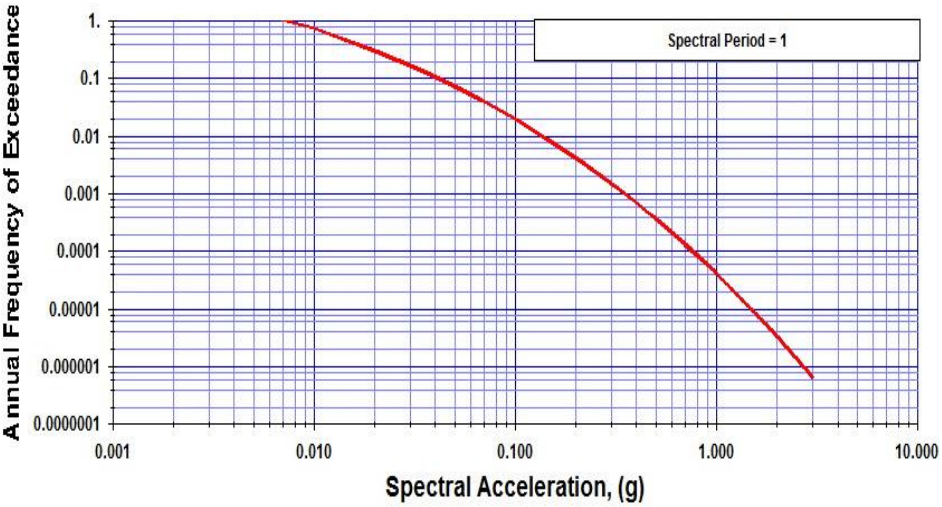
P, % (T, წელი)	10 (475)		2(2475)	
გრუნტის ტიპი	მკვრივი	კლდე	მკვრივი	კლდე
PGAH (g)	0.455	0.369	0.761	0.612
SAH (g) 5% დაცხრომა (T=0.2 წმ)	1.063	0.785	1.855	1.369
SAH (g) 5% დაცხრომა (T=1 წმ)	0.262	0.175	0.484	0.324
SAH (g) 5% დაცხრომა (T=4 წმ)	0.034	0.025	0.067	0.049



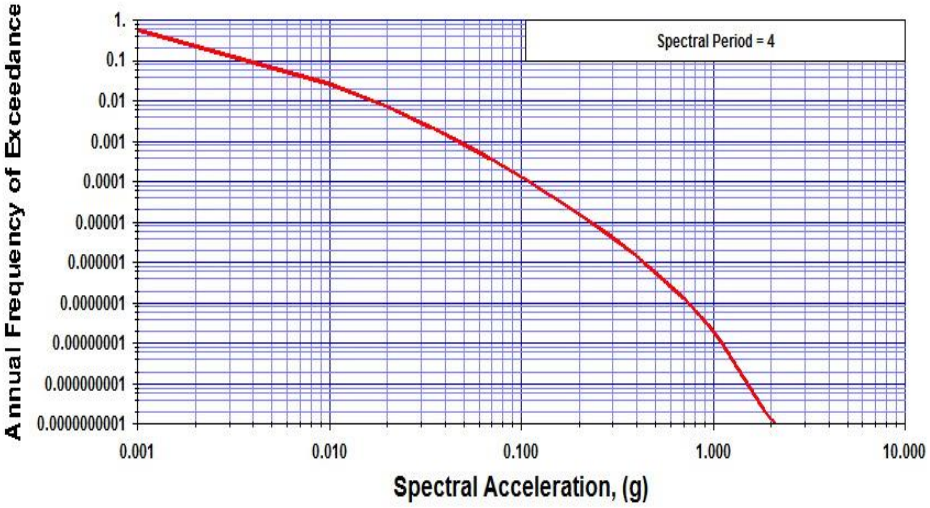
ნახ. 10. ობიექტის სეისმური საშიშროების გრფიკი, გამოხატული PGA-თი (სპექტრალური პერიოდი 0.01 წამი).



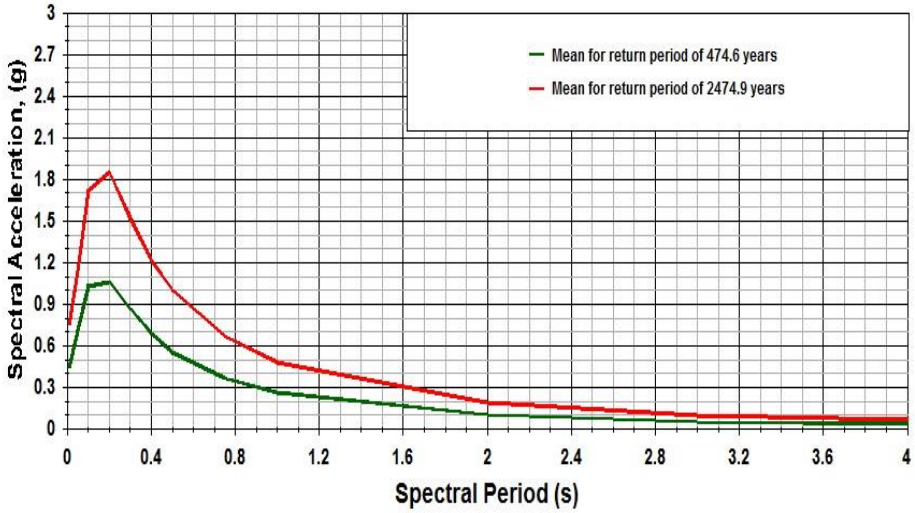
ნახ. 11. ობიექტის სეისმური საშიშროების გრფიკი, გამოხატული SA-თი (სპექტრალური პერიოდი 0.2 წამი).



ნახ. 12. ობიექტის სეისმური საშიშროების გრფიკი, გამოხატულ SA-თი (სპექტრალური პერიოდი 1.0 წამი).



ნახ. 13. ობიექტის სეისმური საშიშროების გრფიკი, გამოხატულ SA-თი (სპექტრალური პერიოდი 4.0 წამი).



ნახ. 14. ერთიანი საშიშროების სპექტრი ობიექტისთვის.

4.2 სეისმური საშიშროების დეზაგრეგაცია

მიწისძვრის სცენარის შერჩევა საშიშროების დეზაგრეგაციის საფუძველზე ფაქტიურად წარმოადგენს ალბათურ მაჩვენებელს იმისა, თუ რომელ მოვლენებს შეაქვთ ყველაზე დიდი წვლილი საშიშროებაში.

ალბათური სეისმური საშიშროების დეზაგრეგაცია მოიცავს ცვალებადი მიწისძვრის მცნებას, ძირითადად მაგნიტუდის, მანძილის და სხვა ცვლადი სიდიდეების მიხედვით, რომლებიც განსაზღვრავენ სეისმურ მოვლენებს და სეისმური საშიშროების არჩეულ დონეს (McGuire, 1995; Bazzurro and Cornell, 1999).

ალბათური სეისმური საშიშროების შეფასების დროს გრუნტის რხევების ყოველი პარამეტრისთვის გამოითვლება გადაჭარბების საშუალო პროცენტი (აღნიშნული, როგორც SA(T)), რომლებსაც გააჩნიათ გადაჭარბების ფიქსირებული ალბათობები. დეზაგრეგაციული ანალიზი საზღვრავს იმ განხვავებულ SA(T) მნიშვნელობებს, რომლებსაც შეაქვთ ძირითადი წვლილი ჯამური საშიშროების მრუდში.

დეზაგრეგაციული გამოკვლევები მოიცავს შემდეგ კვლევებს: ერთგანზომილებიანი 1-D მაგნიტუდური M ბიჯით, ორგანზომილებიანი 2-D მაგნიტუდისა და მანძილის M-R ბიჯით და სამგანზომილებიანი 3-D მაგნიტუდის, მანძილისა და ეპსილონის M-R-Epsilon ბიჯით. აქ ჩვენ გამოვიყენეთ 2-D M-R ბიჯს მაგნიტუდა-მანძილის წვლილის შეფასებისთვის მოცემული სეისმური საშიშროების კვანტორებში (რაოდენობრივ თანაფარდობებში).

გრუნტის რხევების პარამეტრები, რომლებიც შეიძლება გამოითვალოს კონკრეტულ მოედანზე მიღებული ჩანაწერიდან (მაგ., T პერიოდის სპექტრალური აჩქარება SA(T)) მიწისძვრის (M) მაგნიტუდისა და (R) მანძილის გათვალისწინებით, როგორც წესი მოდელირდება, როგორც ლოგნორმალური ცვლადი. ანუ, ლოგარითმი SA(T), რომელსაც ჩვენ ავღნიშნავთ, როგორც ln(SA(T)) და რომელსაც აქვს ნორმალური განაწილება (μ). საშუალოთი და სტანდარტული გადახრით (σ).

$$\ln[SA(T)]=f(M,R,\alpha)+\varepsilon\sigma\ . \qquad (4)$$

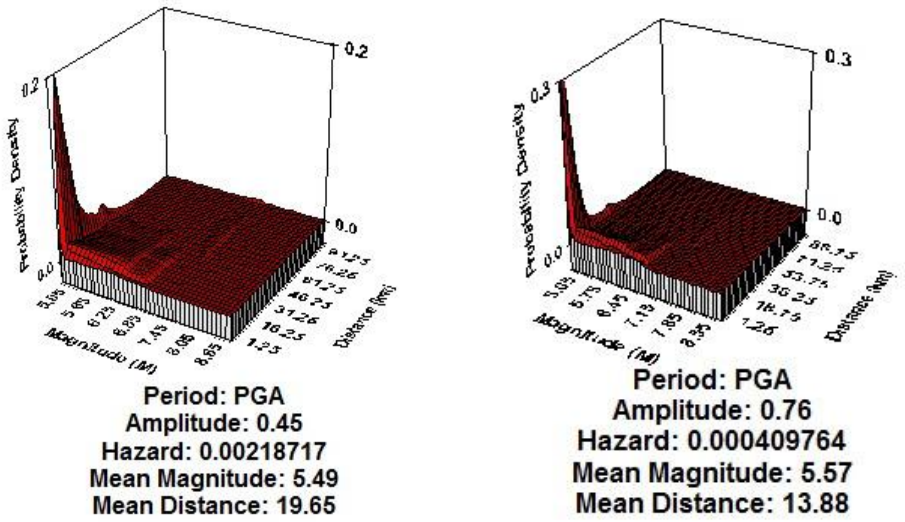
აქ α წარმოდგენს რეგრესიის სხვა ცვლადს რომელიც განსხვავდება M და R ცვლადებისაგან (ისეთი როგორიცაა კერის მექანიზმი და გრუნტის პირობები), ხოლო εσ წარმოადგენს ცთომილებას. ეპსილონი (ε) არის გრუნტის რხევების პარამეტრების (Sa(T)) გადახრების საზომი პროგნოზირებული საშუალო მნიშვნელობებიდან (Bazzurro and Cornell, 1999). ეპსილონი ისაზღვრება, როგორც სტანდარტული გადახრების რიცხვი, რომელთა საშუალებით დანაკვირვები ლოგარითმული სპექტრალური აჩქარებები განსხვავდებიან გრუნტის რხევების საშუალო ლოგარითმული სპექტრალური აჩქარებებისგან, რომლებიც პროგნოზირებული იყო დაცხრომის განტოლებებით.

ობიექტისთვის დეზაგრეგაციის შედეგები 475 და 2475-წლიანი განმეორებადობის პერიოდისთვის (50-წლიანი მოლოდინის დრო) PGAH-თვის და

5% დაცხრომის 0.2 და 4.0 წმ SAH-თვის, კლდისა და მკვრივი გრუნტისთვის მოცემულია ცხრილ 4-ში, აგრეთვე თვალსაჩინოდ არის წარმოდგენილი ნახ. 15, 16, 17 შესაბამისად.

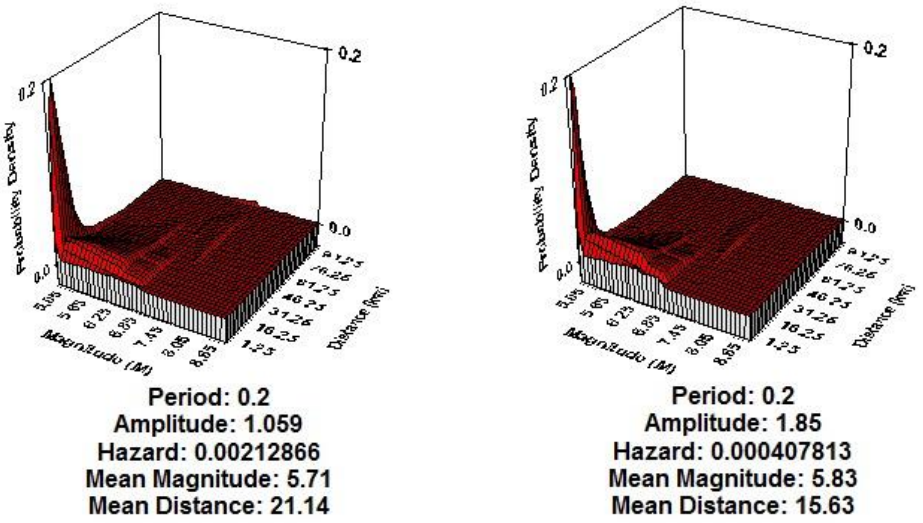
ცხრილი 4. დეზაგრეგაციის შედეგები ობიექტისთვის (ჰორიზონტალური კომპონენტა, მკვრივი გრუნტი, V_{S30}=515 მ/წმ).

	ამპლიტუდა	მოდა მაგნიტუდა (Mw)	საშუალო მაგნიტუდა (Mw)	მოდა მანძილი (კმ)	საშუალო მანძილი (კმ)	მოდა ეპსილონი	საშუალო ეპსილონი
PGA, (T=0.01 წმ), 475 წ.	0.45	5.05	5.49	6.25	19.65	1.90	1.60
PGA, (T=0.01 წმ), 2475 წ.	0.76	5.05	5.57	3.75	13.88	1.90	1.89
SA, (T=0.2 წმ), 475 წ.	1.06	5.05	5.71	6.25	21.14	1.50	1.56
SA, (T=0.2 წმ), 2475 წ.	1.85	5.05	5.83	3.75	15.63	1.90	1.84
SA, (T=4.0 წმ), 475 წ.	0.03	7.45	6.53	101.25	52.23	1.30	1.17
SA, (T=4.0 წმ), 2475 წ.	0.07	7.45	6.54	101.25	35.87	1.50	1.45



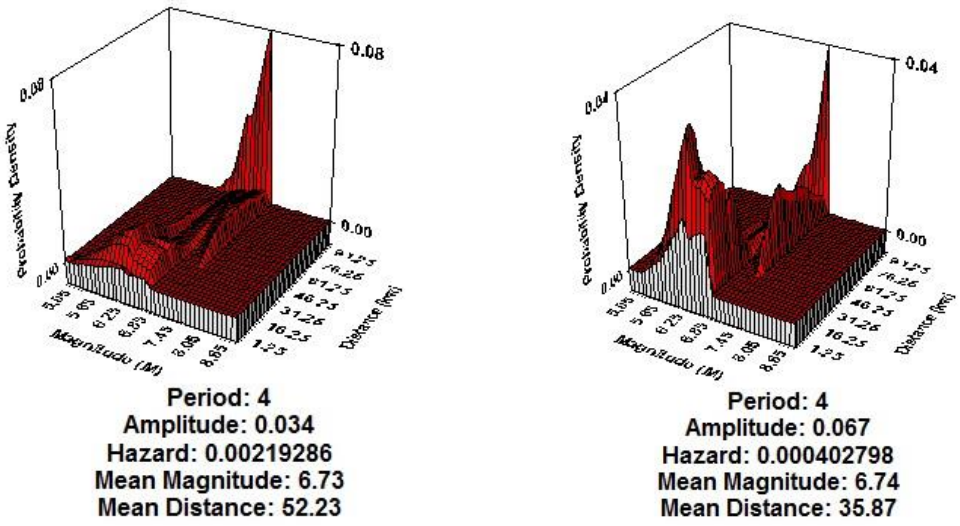
ა) ბ)

ნახ. 15. ობიექტისთვის მაგნიტუდა-მანძილის დეზაგრეგაცია PGA-თვის, როცა განმეორებადობის პერიოდი ტოლია: ა) 475 წ., ბ) 2475 წ.



ა) ბ)

ნახ. 16. ობიექტისთვის მაგნიტუდა-მანძილის დეზაგრეგაცია SA (T=0.2 წმ)-თვის, როცა განმეორებადობის პერიოდი ტოლია: ა) 475 წ., ბ) 2475 წ.



ა) ბ)

ნახ. 17. ობიექტისთვის მაგნიტუდა-მანძილის დეზაგრეგაცია SA (T=4 წმ)-თვის, როცა განმეორებადობის პერიოდი ტოლია: ა) 475 წ., ბ) 2475 წ.

ობიექტის ალბათური სეისმური საშიშროების დეზაგრეგაციის შედეგების მიხედვით (იხ. ცხრილი 4) საშიშროებაში ძირითადი წვლილი შეაქვს: მაღალსიხშირული სპექტრით (0.01, 0.2 წმ) M_W=5.5-5.8 (M_S=5.1-5.5) მაგნიტუდური დიაპაზონის მიწისძვრებს საშუალოდ 18 კმ მანძილზე, რაც ობიექტის ახლო ზონას მოიცავს (ძირითადად სკ ზონები #4 და 6) და დაბალსიხშირული სპექტრით (4 წმ) M_W=6.5 (M_S=6.5) საშუალოდ 44 კმ მანძილზე (ძირითადად სკ ზონები #2, 5, 7 და 8).

4.3 სეისმური საშიშროების დეტერმინისტული შეფასება

სეისმური საშიშროების დეტერმინისტული შეფასება არ განიხილავს დროის ფაქტორს. გრუნტის რყევის შეფასება დაფუძნებულია რაიონის აქტიურ რღვევებზე და სეისმური კერების ზონებზე, თუ ვივარაუდებთ, რომ მიწისძვრების შესაძლო სცენარებს შორის მოხდება უარესი ვარიანტი.

მოცემულ ობიექტზე სკ ზონებიდან მოსალოდნელი მაქსიმალური სეისმური ზემოქმედებების შეფასება განხორციელდა მიწისძვრის ინტენსივობით (MSK სკალა), გრუნტის პიკური აჩქარებებით (PGA), აგრეთვე 0.2, 1 და 4.0-წამიანი სპექტრალური აჩქარებით (SA).

ცხრილი 5 წარმოგვიდგენს გამოთვლების შედეგებს მაქსიმალური მაკროსეისმური ინტენსივობის (MSK) და გრუნტის პიკური აჩქარებისთვის (PGA) და სპექტრალური აჩქარებით (SA) 0.5 კვანტილისთვის, ყოველი სკ ზონის უდიდესი მაგნიტუდისთვის, უმოკლეს მანძილზე ობიექტამდე. ზონები დალაგებულია ობიექტიდან სკ ზონამდე უმოკლესი მანძილის ზრდის მიხედვით.

ცხრილი 5. ობიქტის სეისმური საშიშროების დეტერმინისტული შეფასება.

# SSZ	M_{Smax}	M_{Wmax}	$PGA_{Obj.}$(g)	$SA^{0.2}{}_{Obj.}$(g)	$SA^{1}{}_{Obj.}$(g)	$SA^{4}{}_{Obj.}$(g)	R (კმ)
4	7.0	7.0	0.808	1.700	0.710	0.120	1
6	6.5	6.5	0.719	1.510	0.569	0.079	1
7	6.5	6.5	0.232	0.541	0.156	0.025	15
3	6.0	6.1	0.122	0.291	0.070	0.008	19
8	6.5	6.5	0.136	0.320	0.094	0.015	24
9	6.0	6.1	0.082	0.198	0.050	0.007	30
2	6.5	6.5	0.101	0.237	0.070	0.011	32
5	7.0	7.0	0.144	0.333	0.109	0.022	32
10	6.5	6.5	0.048	0.112	0.036	0.006	58
1	7.5	7.4	0.108	0.239	0.090	0.020	59

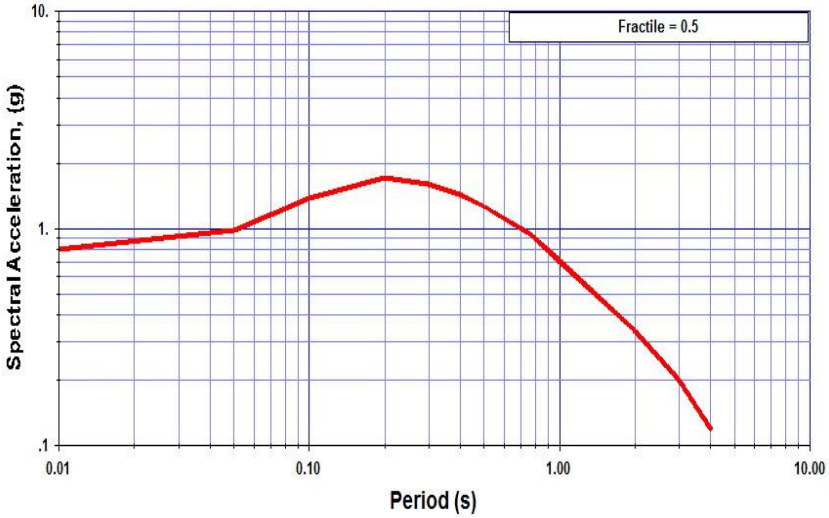
როგორც 0.5 კვანტილის დეტერმინისტული შეფასებებიდან ჩანს (იხ. ცხრილი 5) მაღალი სეისმური საშიშროება (0.81 g PGA) მოსალოდნელია #4 მაკონტროლებელი სკ ზონიდან, რომელშიც ობიექტია განლაგებული და მისი მიმდებარე #6 სკ ზონიდან (0.72 g PGA). მნიშვნელოვანი სეისმური ზემოქმედება აგრეთვე შესაძლებელია #5, 7 და 8 სკ ზონიდანაც, (0.136-0.232 g PGA).

ცხრილ 6-ში წარმოდგენილია დეტერმინისტული საშიშროება #4 მაკონტროლებელი ზონიდან 0.84 კვანტილისთვის. ხოლო ნახ. 18, 19 მოცემულია

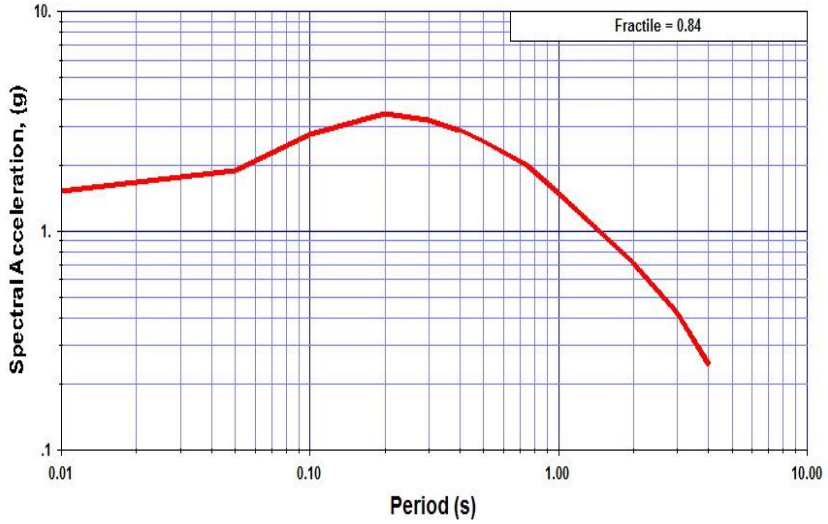
ობიექტისთვის დეტერმინისტული სპექტრის განსაზღვრის შედეგები 0.5 და 0.84 კვანტილებისთვის.

ცხრილი 6. დეტერმინისტული სეისმური საშიშროება #4
მაკონტროლებელი სკ ზონიდან 0.84 კვანტილისთვის.

# SSZ	M_{Smax}	M_{Wmax}	$PGA_{Obj.}$(g)	$SA^{0.2}_{Obj.}$(g)	$SA^{1}_{Obj.}$(g)	$SA^{4}_{Obj.}$(g)	R (კმ)
4	7.0	7.0	1.521	3.414	1.479	0.250	01



ნახ. 18. დეტერმინისტული სპექტრი ობიექტისთვის, განსაზღვრული შეწონილ დაცხრომის განტოლებებით ყველა წყაროსთვის, 0.5 კვანტილისთვის.



ნახ. 19. დეტერმინისტული სპექტრი ობიექტისთვის, განსაზღვრული შეწონილი დაცხრომის განტოლებებით ყველა წყაროსთვის, 0.84 კვანტილისთვის.

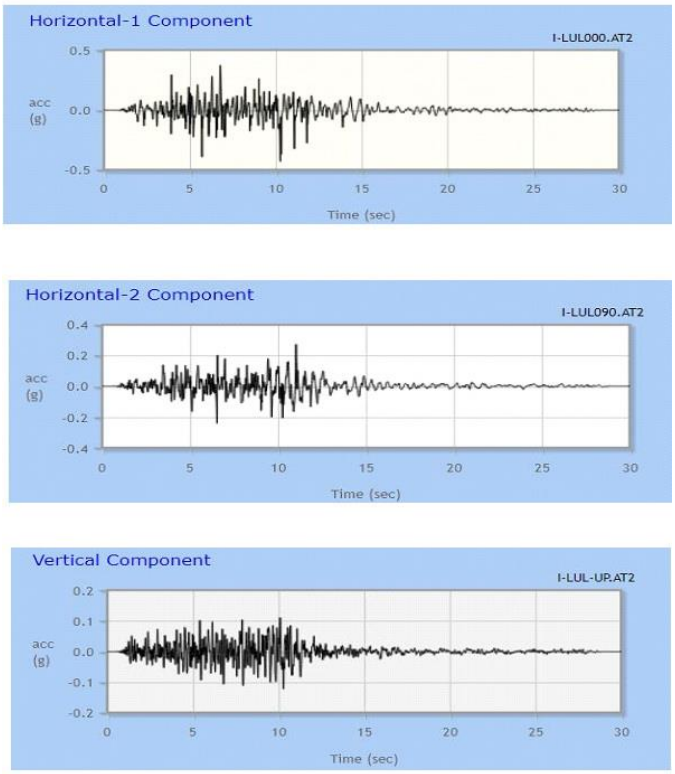
4.4 სამშენებლო მოედნისთვის აქსელეროგრამების პაკეტის შერჩევა

მოცემული ობიექტისთვის აქსელეროგრამების პაკეტის შერჩევა განხორციელდა საკვლევი რაიონის სეისმოლოგიური მონაცემების საფუძველზე, რომელიც შეიცავს ქ. თბილისის რაიონისთვის: სეისმური კერების ზონების მონაცემებს, კერძოდ მაქსიმალურ მაგნიტუდას, კერის სიღრმეს, ეპიცენტრულ მანძილს, რღვევის მექანიზმს, ხოლო ობიექტის სამშენებლო მოედნისთვის – ლოკალურ გეოლოგიას, ამგები გრუნტების სეისმური განივი ტალღის სიჩქარეს და პიკურ აჩქარებას. ვინაიდან შემკვეთმა არ მოგვაწოდა ინფორმაცია შენობისა და ფუძე-გრუნტების ძირითადი დინამიკური მახასიათებლების (მაგ., ფუძე-გრუნტების საკუთარი რხევის პერიოდები, შენობის მოდალური ფორმები და რხევის პერიოდები და ა.შ.) მნიშვნელობების სავარაუდო დიაპაზონის შესახებ, აქსელეროგრამების შერჩევა მოხდა მხოლოდ ზემოთ აღწერილ სეისმოლოგიურ მონაცემებზე დაყრდნობით.

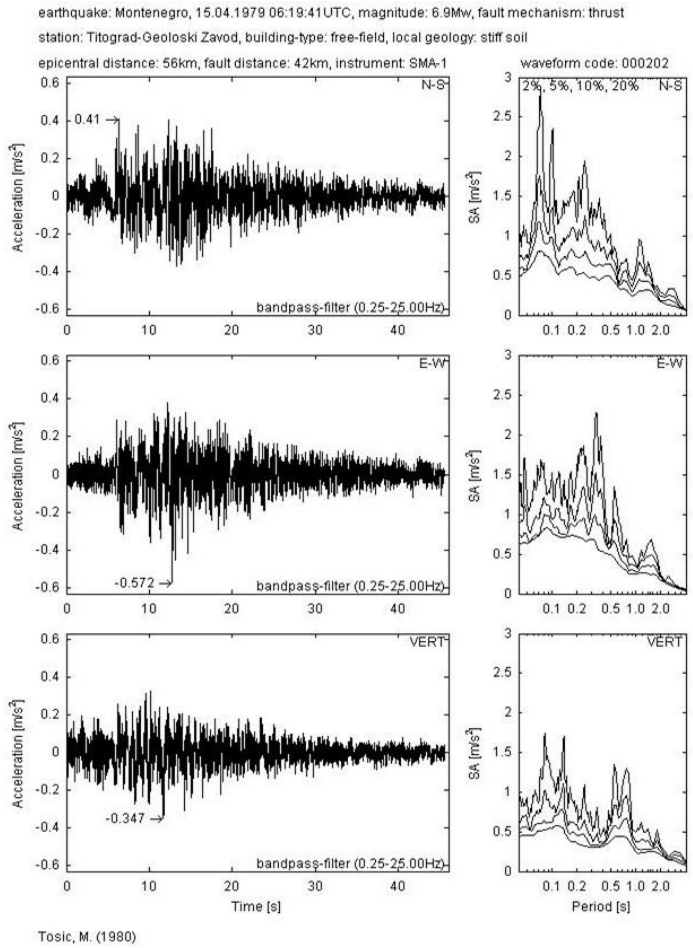
აქსელეროგრამების პაკეტის შერჩევისთვის გომოყენებულ იქნა საერთაშორისო მონაცემთა ბაზებში მოძიებული მასალები, კერძოდ - ევროპის პროექტრის მიწისძვრის ჩანაწერები „Internet-site for European Strong-Motion Database", ბერკლის უნივერსიტეტის - Pacific Earthquake Engineering Research Center: NGA Database მონაცემთა ბანკში არსებული აქსელეროგრამები.

აღნიშნულ მონაცემთა ბაზებში მოძიებულ იქნა რვა აქსელეროგრამა: 1986 წლის "Chalfant Valley-02"-ის ერთი სამკომპონენტიანი ჩანაწერი, 1976 წლის „Friuli_ Italy-01"-ის ერთი სამკომპონენტიანი ჩანაწერი, 1991 წლის 29 აპრილის რაჭის მიწისძვრის „Leninakan-SDR Station"-ს ერთი სამკომპონენტიანი ჩანაწერი, 1999 წლის 11 ივლისის Izmit (aftershock) - ის ერთი სამკომპონენტიანი ჩანაწერი, 1992 წლის 23 იანვრის "Kefallinia island"-ის ერთი სამკომპონენტიანი ჩანაწერი, 1980 წლის "Mammoth Lakes-01"-ის ერთი სამკომპონენტიანი ჩანაწერი, 1979 წლის 15 აპრილის „Montenegro"-ის ერთი სამკომპონენტიანი ჩანაწერი, 1994 წლის 17 იანვრის „Northridge-06"- ის ერთი სამკომპონენტიანი ჩანაწერი.

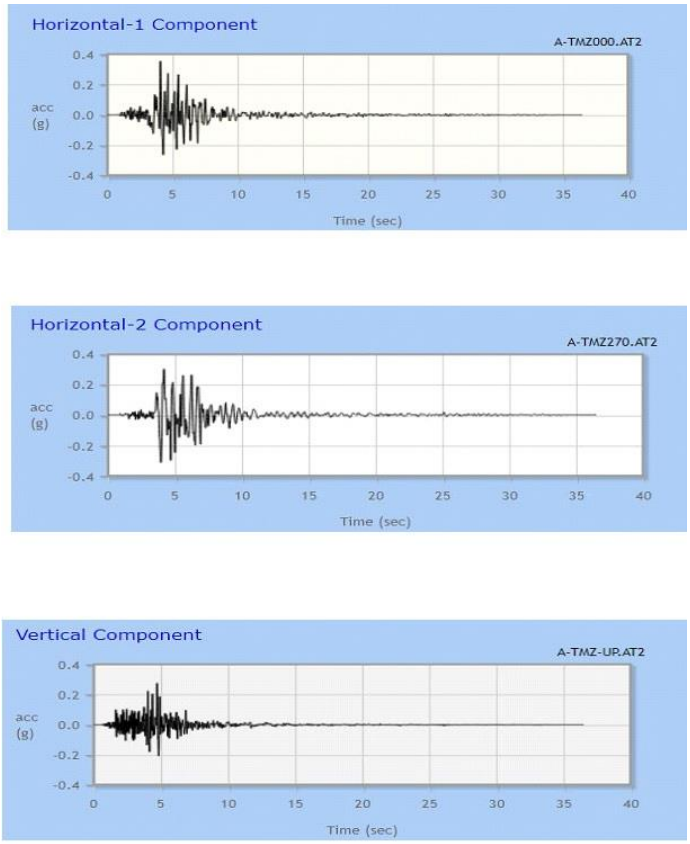
აღნიშნული შვიდი აქსელეროგრამის სამკომპონენტიანი ჩანაწერები მოცემულია ელექტრონული ვერსიით (CD დისკზე), რომელიც თან ერთვის ანგარიშს, ხოლო გრაფიკული მასალა ზოგიერთი ჩანაწერისთვის მოყვანილია ნახ. 20-23-ზე.



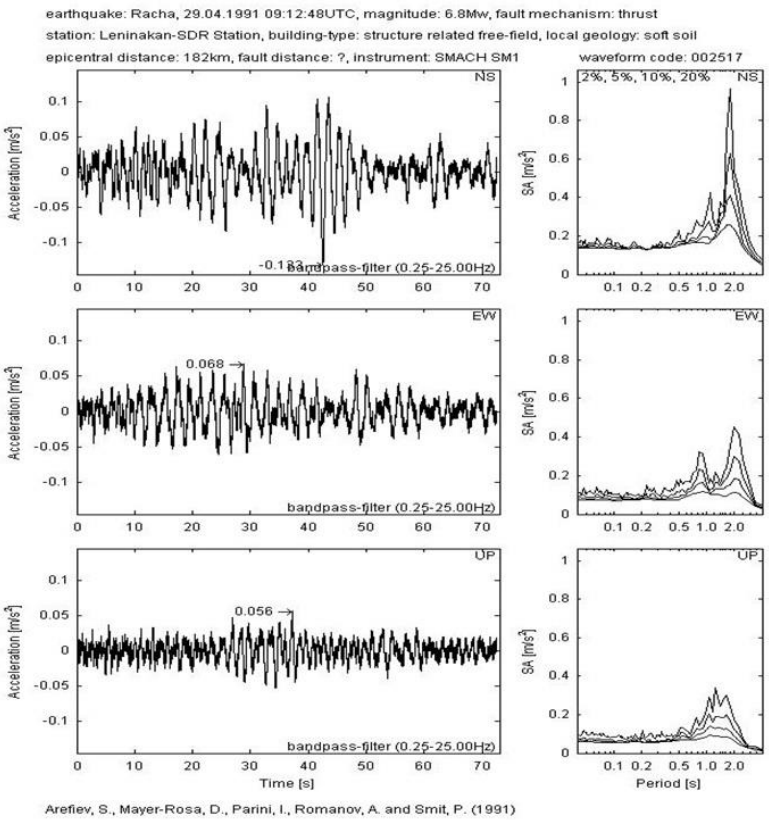
ნახ. 20. 1980 წლის "Mammoth Lakes-01"-ის ერთი სამკომპონენტიანი ჩანაწერი.



ნახ. 21. 1979 წლის 15 აპრილის „Montenegro“-ის ერთი სამკომპონენტიანი ჩანაწერი.



ნახ. 22. 1976 წლის „Friuli_ Italy-01“-ის ერთი სამკომპონენტიანი ჩანაწერი.



ნახ. 23. 1991 წლის 29 აპრილის რაჭის მიწისძვრის „Leninakan-SDR Station“-ს ჩანაწერი.

უნდა აღინიშნოს, რომ მოძიებული აქსელეროგრამების პიკური აჩქარებებისა და შესაბამისი ეპიცენტრული მანძილის მნიშვნელობები თანადობაშია ჩვენს მიერ დეტერმინისტული მეთოდით განსაზღვრულ მნიშვნელობებთან.

5. დასკვნები და რეკომენდაციები

განვლილი ისტორიული დროის განმავლობაში ყველაზე მაღალი სეისმურობა (8 MSK ინტენსივობის) ობიექტის ტერიტორიაზე შექმნა ახლო ზონაში მომხდარმა უძლიერესმა ისტორიულმა მიწისძვრამ (1275). ხოლო 1969-70 და 2002 წლებში აქ მომხდარი ზომიერი მიწისძვრები მოწმობენ ობიექტების გარემომცველი ლოკალური არის თანამედროვე მაღალ სეისმურ აქტივობაზე.

საკვლევი რაიონის სეისმოტექტონიკური პირობების კანონზომიერების დადგენის ანუ სეისმური კერების (სკ) ზონების გამოყოფის მიზნით აღწერილ იქნა მოცემული რაიონის 15 სეისმურად აქტიური რღვევა. ისინი გამოვლენილი იყო გეოლოგიური, გეოფიზიკური, გეომორფოლოგიური და სეისმოლოგიური მონაცემების საფუძველზე.

კომპლექსური მონაცემებით დადგენილი აქტიური რღვევების ბაზაზე აგებულ იქნა სკ ზონების რუკა, რომელიც საკვლევი რაიონის პოტენციურ სეისმურ შესაძლებლობებს წარმოგვიდგენს. ამ რაიონში გამოყოფილ იქნა 10 სკ ზონა, რომლებიც დიფერენცირებულია 0.5 ბიჯით აღებულ ოთხ მაგნიტუდურ დიაპაზონში ($6.0 \le M_{max} \le 7.5$). ჩატარდა სკ ზონების პარამეტრიზაცია.

ობიექტების სეისმური საშიშროების შეფასება განხორციელდა ალბათური და დეტერმინისტული მიდგომებით, მაკროსეისმური ინტენსივობის (MSK), გრუნტის პიკური აჩქარების (PGA), 0.2, 1 და 4 წმ პერიოდების სპექტრალური აჩქარებებისთვის (SA), მკვრივი ქანის შესაბამისი ფუძე-გრუნტებისთვის. სეისმური საშიშროების გათვლების დროს გამოყენებული იყო ცნობილი ევროპული და ამერიკული პროგრამები OPENQUAKE და EZFRISK™.

გრუნტის რხევების ალბათურმა მნიშვნელობებმა, რომლებიც შეესაბამება 475 და 2475 წელი განმეორებადობის პერიოდის მქონე ჰორიზონტალურ კომპონენტებს ფუძე-გრუნტებზე, 50 წელი მოლოდინის დროს, PGA-თვის შესაბამისად შეადგინა

(იხ. ცხრილი 3): 0.45 g (მკვრივი გრუნტი), 0.37 g (კლდე); 0.76 g (მკვრივი გრუნტი), 0.61 g (კლდე).

გრუნტის რხევების ვერტიკალური კომპონენტების მნიშვნელობები მიღებულია როგორც 2/3 ჰორიზონტალური კომპონენტების მნიშვნელობების.

ობიექტის ალბათური სეისმური საშიშროების დეზაგრეგაციის შედეგების მიხედვით (იხ. ცხრილი 4) საშიშროებაში ძირითადი წვლილი შეაქვს: მაღალსიხშირული სპექტრით (0.01, 0.2 წმ) M_W=5.5-5.8 (M_S=5.1-5.5) მაგნიტუდური დიაპაზონის მიწისძვრებს საშუალოდ 18 კმ მანძილზე, რაც ობიექტის ახლო ზონას მოიცავს (ძირითადად სკ ზონები #4 და 6) და დაბალსიხშირული სპექტრით (4 წმ) M_W=6.5 (M_S=6.5) საშუალოდ 44 კმ მანძილზე (ძირითადად სკ ზონები #2, 5, 7 და 8).

ობიექტის სეისმური საშიშროების დეტერმინისტული შეფასება განხორციელდა ყოველი სკ ზონის უდიდესი მაგნიტუდისთვის, უმოკლეს მანძილზე ობიექტამდე, 0.5 და 0.84 კვანტილებისთვის. (0.81 g PGA) მოსალოდნელია #4 მაკონტროლებელი სკ ზონიდან, რომელშიც ობიექტია განლაგებული და მისი მიმდებარე #6 სკ ზონიდან (0.72 g PGA). მნიშვნელოვანი სეისმური ზემოქმედება აგრეთვე შესაძლებელია #5, 7 და 8 სკ ზონიდანაც, (0.14-0.23 g PGA). 0.84 კვანტილით ჩატარებული გამოთვლების რეზულტატები თითქმის 2-ჯერ აღემატება 0.5 კვანტილით მიღებულ შედეგებს (იხ. ცხრილები 5, 6). ასეთი განსხვავებები სხვადასხვა მოცულობის ამოსავალი მონაცემების გათვალისწინებისას გარკვეულად ზღუდავს დეტერმინისტული მეთოდით მიღებული შედეგების გამოყენებას.

ობიექტის სეისმური საშიშროების ალბათური და დეტერმინისტული შეფასების შედეგების ანალიზმა და აგრეთვე EuroCode 8-ში მოცემულმა რეკომენდაციებმა მიგვითითა, რომ მოცემულ ობიექტზე შესაძლო სეისმური ეფექტების მისაღები მნიშვნელობები არის MSK, PGA და SA მნიშვნელობები 10% (475 წ.) გადაჭარბების ალბათობისთვის.

აქსელეროგრამების პაკეტის შერჩევისთვის გომოყენებულ იქნა საერთაშორისო მონაცემთა ბაზებში მოძიებული მასალები. შერჩეული იქნა რვა აქსელეროგრამა: 1986 წლის “Chalfant Valley-02”-ის ერთი სამკომპონენტიანი ჩანაწერი, 1976 წლის „Friuli_ Italy-01“-ის ერთი სამკომპონენტიანი ჩანაწერი, 1991 წლის 29 აპრილის რაჭის მიწისძვრის „Leninakan-SDR Station“-ს ერთი სამკომპონენტიანი ჩანაწერი, 1999 წლის

11 ივლისის Izmit (aftershock) - ის ერთი სამკომპონენტიანი ჩანაწერი, 1992 წლის 23 იანვრის “Kefallinia island”-ის ერთი სამკომპონენტიანი ჩანაწერი, 1980 წლის "Mammoth Lakes-01"-ის ერთი სამკომპონენტიანი ჩანაწერი, 1979 წლის 15 აპრილის „Montenegro“-ის ერთი სამკომპონენტიანი ჩანაწერი, 1994 წლის 17 იანვრის „Northridge-06“- ის ერთი სამკომპონენტიანი ჩანაწერი.

6. ლიტერატურა

Adamia, Sh., Mumladze, T., Sadradze, N., Tsereteli, E., Tsereteli, N., Varazanashvili, O. 2008. Late cenozoic tectonics and geodynamics of Georgia (SW Caucasus). Georgian International Journal of Science Technology and Medicine, Vol.1, Issue. 1, 77-108.

Alania, V., Et Al., 2001. Geometry and kinematics evolution of southern part of the Kartli foreland basin. Georgian Oil and Gas. #4, 70-74.

Alania V., et al., 2013. Structure and kinematic evolution of Eastern Achara-Trialeti fold and thrust belt, Georgia. Petroleum systems of the paratethys: exploring the pathway from Europe to Asia, 26-27 September 2013 / Tbilisi, Georgia, Aapg

Ambraseys, N. 1995. The prediction of earthquake peak ground acceleration in Europe. Earthquake Engineering and Structural Dynamics, No. 24, 467-490.

Ambraseys, N. and K. Simpson. 1996. Prediction of vertical response spectra in Europe. Earthquake Engineering and Structural Dynamics, No. 25, 401–412.

Arefiev, S., Mayer-Rosa, D., Parini, I., Pomanov, A., Smit, P. 1991a. The Racha (Georgia, USSR) earthquake of 29 April 1991: Strong-Motion date of selected aftershocks 3 May 1991-30 June 1991. Publication Series of the Swiss Seismological Service, 103, Zurich.

Arefiev, S., Mayer-Rosa, D., Parini, I., Pomanov, A., Smit, P. 1991b. The (Armenia, USSR) 1988 earthqueke region: Strong-Motion data of selected earthquakes June 1990-April 1991. Publication Series of the Swiss Seismological Service, 103, Zurich.

Bazzurro, P., Cornell, C. A. 1999. Deaggregation of seismic hazard. Bull. Seism. Soc. Am. 89, 501–520.

Campbell, K. W., and Bozorgnia, Y. 2014. NGA-West2 ground motion model for the average horizontal components of PGA, PGV, and 5%-damped linear acceleration response

spectra. *Earthquake Spectra*, 30(3): 1087–1115, Aug 2014. doi: 10.1193/062913EQS175M.

Chiou, B. S.-J. and R. R. Youngs. 2014. Update of the Chiou and Youngs NGA Model for the Average Horizontal Component of Peak Ground Motion and Response Spectra. Earthquake Spectra: August 2014, Vol. 30, No. 3, pp. 1117-1153.

Idriss. 2014. Implements GMPE developed by Idriss 2014 and published as "An NGA-West2 Empirical Model for Estimating the Horizontal Spectral Values Generated by Shallow Crustal Earthquakes. Earthquake Spectra, Volume 30, No. 3, pages 1155 - 1177.

EMME. 2013. Earthquake model of Middle East: hazard, risk assessment, economics and mitigation. Brochure Prepared for GEM (Global Earthquake model), Istanbul.

EuroCode 8: Design of structures for earthquake resistance -Part 1: General rules, seismic actions and rules for buildings. 2003.

Frankel, A. et al. 1996. National Seismic-Hazard Maps: Documentation, Open-File Report 96-532, U.S. Geological Survey, Denver, Colorado.

Gamkrelidze, P. D., Gamkrelidze I. P. 1977. Tectonic nappes of the southern slope of the Greater Caucasus. Metsniereba, Tbilisi, 1-81.

Geology of the USSR. Georgian SSR. 1964. Gamkrelidze P. ed, Moscow, Nedra, v. 10, 1-655. (in Russian)

Geology of the USSR. Azerbaijanian SSR. 1972. Azizbekov Sh. ed. (in Russ). Moscow, Nedra, v. 47, 1-520.

Georgian building code. 2009. Earthquake Engineering PN 01.01-09, Georgian Ministry of Economic Development, Tbilisi, Georgia.

Jibladze, E., Gurguliani, I., Tsereteli, N. 2000. The Prediction of Earthquake Peak Ground Acceleration in Caucasus. Journal of Georgian Geophisical Society. Issue A. Physics of Solid Earth, vol. 5, 68 – 77.

Kopp, M. L. 1997. Lateral Escape Structures in the Alpine-Himalayan Collision Belt. Moscow. Scientific World, 314, (Transaction of GIN RAS; Vol. 506).

McGuire, R. K. 1995. Computations of Seismic Hazard. Annali di Geofisica, vol. 36, 181-200.

NATO-SfP 983038. 2013. Final report.

Rastsvetaev, L. M. 1989. Shifts and Alpine geodynamics (eds. Adamia, Kazmin, Raznitsin,). Moscow, Nauka, p. 108-113.

Sesetyan, K., Demircioglu, M., Gülen, L., Zare, M., Basili, R., Elias, A., Adamia, Sh., Tsereteli, N., Yalçın, H., Utkucu, M., Asif Khan, M., Sayab, M., Hessami, Kh., Rovida, A. N., Stucchi, M., Burg, J. P., Karakhanian, A., Babayan, H. Avanesyan, M., Mammadli, T., Al-Qaryouti, M., Kalafat, D., Varazanashvili, O., Erdik, M., Giardini, D. 2017. The 2014 earthquake model of the Middle East: seismogenic sources. Bulletin of Earthquake Engineering. Springer Netherlands, doi:10.1007/s10518-017-0096-8.

Slejko, D., Javakhishvili, Z., Rebez, A., Santulin, M., Elashvili, M., Bragato, P.L., Godoladze, T. and J. Garcia. 2008. Seismic hazard assessment for the Tbilisi test area (eastern Georgia). Instituto Nazionale di Oceanografia e di Geofosoca Sperimentale/Triesta (italy). vol. 49, 37-58

Smit, P., Arzoumanian, V., Javakhishvili, Z., Arefiev, S., Mayer-Rosa, D., Balassanian, S., Chelidze, T. 2000. The Digital Accelerograph Network in the Caucasus. Earthquake Hazard and Seismic Risk Reduction. Kluwerr Academic Publishers, Dordecht, pp. 109-118.

Shebalin, N. V., Trifonov, V. G., Kozhurin, A. I., Ulomov, V. I., Tatevossian R. E., Ioffe A. I. 2000. A unified seismotectonic zonation of Northen Eurasia. Journal of Earthquake Prediction Research, v. 8, 8-31.

Varazanashvili, O. 1989. Methods of the separation of zones of earthquake sources occurrence on the example of the Georgian territory, in methods and results of revealing the earth's crust blocks and seismoactive zones. Metsniereba publ. hause. Tbilisi, pp. 160-166. (in Russian)

Varazanashvili, O. 1998. Earthquake source occurrence zones of the Caucasus and adjacent areas. Journal of Georgian Geophysical Society (A), vol.3, 67-76.

Varazanashvili, O., Tsereteli, N., Tsereteli, E. 2011. Historical earthquakes in Georgia (up to 1900): source analysis and catalogue compilation. Monograph, Pub. Hause MVP, Tbilisi, 81 p.

Wells, D. L., Coppersmith, K. J. 1994. New empirical relationships among magnitude, rupture length, rupture width, rupture area, and surface displacement. Bulletin of the Seismological Society of America, vol. 84, 974–1002.

Wheeler, R. L. 2009. Methods of Mmax Estimation East of the Rocky Mountains. U.S. Geological Survey Open-File Report 2009-1018, 44 p.

Zhao, J. X., Zhang, J., Asano, A., Ohno, Y., Oouchi, T., Takahashi, T., Ogawa, H., Irikura, K., Thio, H. K., Somerville, P. G., Fukushima, Y., & Fukushima, Y. 2006. Attenuation relations of strong ground motion in Japan using site classification based on predominant period. Bulletin of the Seismological Society of America, 96(3), 898–913.

II. ქ. თბილისში მაღლივი შენობის მშენებლობის ტერიტორიის გეოფიზიკური კვლევა

ძირითადი შემსრულებლები:

მალხაზ გიგიბერია – აკადემიური დოქტორი ფიზიკაში, ივ. ჯავახიშვილის სახ. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის მ. ნოდიას სახ. გეოფიზიკის ინსტიტუტის მეცნიერ-კონსულტანტი

ნუგზარ ღლონტი – აკადემიური დოქტორი ფიზიკაში, ივ. ჯავახიშვილის სახ. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის მ. ნოდიას სახ. გეოფიზიკის ინსტიტუტის მთავარი მეცნიერ თანამშრომელი

გიორგი ჩხენკელი – მაგისტრი, ივ. ჯავახიშვილის სახ. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის მ. ნოდიას სახ. გეოფიზიკის ინსტიტუტის მოწვეული სპეციალისტი

გიორგი თოდაძე – მაგისტრი, ივ. ჯავახიშვილის სახ. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის მ. ნოდიას სახ. გეოფიზიკის ინსტიტუტის მოწვეული სპეციალისტი

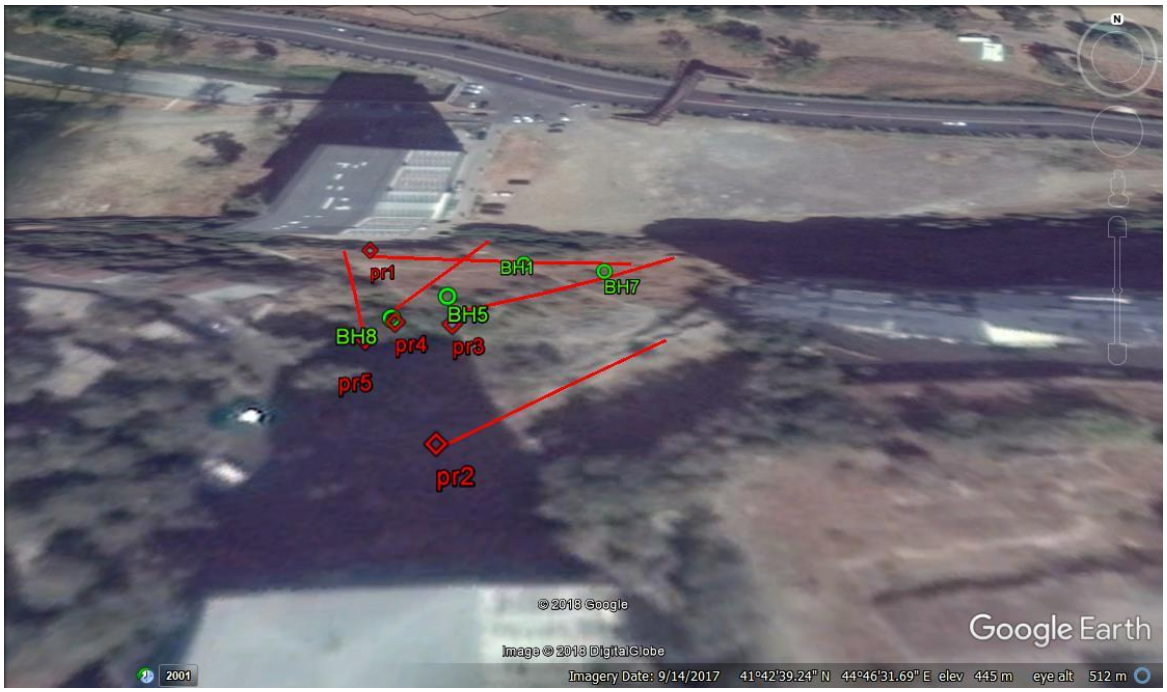
შინაარსი

1. შესავალი 51
2. სეისმური პროფილირება 51
3. სეისმოკაროტაჟი 53
4 კვლევის შედეგები 54
5. გრუნტის კატეგორიის შეფასება 67
6. დასკვნები 67
7. ლიტერატურა 68

1. შესავალი

ანგარიშში წარმოდგენილია ქ. თბილისში ჭავჭავაძის გამზირზე #5ა სამშენებლო უბანზე ჩატარებული გეოფიზიკური კვლევის შედეგები. საკვლევ ტერიტორია, სეისმური პროფილებისა და ჭაბურღილების განლაგების სქემა ასახულია ნახ.1-ზე.

ჩატარდა სეისმური (გარდატეხილი ტალღების მეთოდი) პროფილირება 30 მეტრ სიღრმემდე და აიგო შესაბამისი სეისმოგეოლოგიური ჭრილები, განისაზღვრა დრეკადი გრძივი და განივი ტალღების გავრცელების სიჩქარეები, შეფასდა ქანების ფიზიკურ-მექანიკური პარამეტრები. ანგარიშში წარმოდგენილია 5 სეისმური პროფილი 30 მ სიღრმემდე ინფორმაციით 46 მ სიგრძის, მთლიანობაში 230 მ (ნახ.1, PR 1, 2, 3, 4, 5). აგრეთვე ჩატარდა სეისმური კაროტაჟი 4 ჭაბურღილში (ნახ.1, BH 1, 5, 7, 8).



ნახ.1. საკვლევი უბანი, ჭაბურღილებისა და სეისმური პროფილების განლაგების სქემა.

2. სეისმური პროფილირება

საკვლევ უბანზე ჩატარდა სეისმური პროფილირება გარდატეხილი ტალღების მეთოდით 30 მ სიღრმემდე ინფორმაციის მიღებით, რომლის საფუძველზეც დადგინდა დრეკადი გრძივი და განივი ტალღების გავრცელების სიჩქარეების

მნიშვნელობები, აიგო შესაბამისი ჭრილები და შეფასდა შესაბამისი ფიზიკურ–მექანიკური პარამეტრების მნიშვნელობები.

გარდატეხილი ტალღების მეთოდი იძლევა საშუალებას განისაზღვროს ზედაპირული და უფრო ღრმა ფენების სიმძლავრეები და მათში დრეკადი ტალღების გავრცელების სიჩქარეები. მეთოდი ემყარება დრეკადი ტალღების წყაროდან ერთ ხაზზე განლაგებულ გეოფონებში გრძივი და განივი ტალღების ფრონტის შემოსვლების დროების განსაზღვრას. განისაზღვრა შემდეგი ფიზიკურ-მექანიკური პარამეტრები:

Vp m/sec	გრძივი ტალღის სიჩქარე
Vs m/sec	განივი ტალღის სიჩქარე
Vs/Vp	სიჩქარეების თანაფარდობა
ρ gr/cm^3	სიმკვრივე
μ	პუასონის კოეფიციენტი
Ed Mpa	იუნგის დინამიური მოდული
Gd MPa	ძვრის დინამიური მოდული
Kd Mpa	ყოველმხრივი კუმშვის დინამიური მოდული
D Mpa	საერთო დეფორმაციის მოდული
τMpa	სიმტკიცის ზღვარი კუმშვაზე

პარამეტრების გამოთვლილი მნიშვნელობები მოყვანილია ცხრილი 1–9-ში.

სეისმოპროფილირება ჩატარდა 10 და 20 ჰერციანი გეოფონებით, რომელთა შორის დაშორებაც 2 და 5 მეტრს შეადგენდა. სეისმური ტალღების გენერირება 10 კგ-იანი უროს პლასტმასის სპეციალურ ფირფიტაზე დარტყმით. გეოფონები და დარტყმები სრულდებოდა Z-Z და Y-Y ორიენტირებით, გამოიყენებოდა 5 დარტყმის წერტილიანი სისტემა, რომელიც შეიცავდა 2 დარტყმას პროფილის თავსა და ბოლოში, ერთ დარტყმას მის შუაში და ორ პროფილიდან გატანილ დარტყმას.

ტალღების რეგისტრაცია ხორციელდებოდა GEOMETRICS ფირმის 24 არხიანი GEODE საინჟინრო სეისმური სადგურით. მონაცემების დამუშავება და ინტერპრეტაცია განხორციელდა იმავე კომპანიის პროგრამა SeisImager გამოყენებით. ტალღის ტიპის მიხედვით იცვლებოდა დარტყმის მიმართულებაც.გაკეთდა მიღებული მონაცემების ანალიზი, აიგო ჭრილები და შეფასდა შესაბამისი ფიზიკურ–

მექანიკური პარამეტრების მნიშვნელობები. პროფილების განლაგება მოცემულია ნახ. 1-ზე.

3. სეისმოკაროტაჟი

არსებულ ჭაბურღილებში (ჩვენს შემთხვევაში BH1, 5, 7, 8 სხვადასხვა სიღრმით შესაბამისად 24.8 მ, 17.5 მ, 17 მ და 18 მ) ჩატარდა სეისმოკაროტაჟი Downhole ტესტის ვარიანტით.

სამუშაოები ტარდებოდა შემდეგი თანამიმდევრობით: მომზადებულ ვერტიკალურ ჭაბურღილებში ჩავუშვით ვერტიკალური 20 ჰც-იანი და ჰორიზონტალური ღერძის მქონე 10 ჰც-იანი გეოფონებით დაკომპლექტებული სპეციალური ზონდი. დარტყმები განხორციელდა მიწის ზედაპირზე, ჭაბურღილებთან ახლოს (ჩვენს შემთხვევაში 2 მ-ის მანძილზე). ზონდი გადაადგილდებოდა 2 მ ბიჯით ჭაბურღილის მთელ სიღრმეზე და მისი თითოეული მდებარეობისათვის ხდებოდა ზედაპირზე აღძრული ტალღის ჩაწერა. დრეკადი ტალღების გენერაცია ხორციელდებოდა 10 კგ წონის დასარტყამი ინსტრუმენტით 15 მმ სისქის ტიტანის ფირფიტაზე. ფირფიტის შედარებით დიდი ფართობი უზრუნველყოფდა დარტყმის ენერგიის კარგ გარდაქმნას გრუნტის დრეკადი რხევების ენერგიად. ტალღების რეგისტრაცია ხორციელდებოდა ზემოთ მითითებული საინჟინრო სეისმური სადგურით. ტალღის ტიპის მიხედვით იცვლებოდა დარტყმის მიმართულებაც. P გრძივი ტალღების წარმოსაქმნელად უროს დარტყმა ხორციელდებოდა ვერტიკალურად, ხოლო S განივი ტალღების ფორმირებისათვის - ჰორიზონტალური ღერძის გასწვრივ. მიღებული საველე მასალების გეოფიზიკური ინტერპრეტაცია და შედეგების გეოლოგიური იდენტიფიკაცია შესრულდა ლიცენზირებული SeisImager პროგრამის გამოყენებით ჭაბურღილებში ჩატარებული დაკვირვებებისა და გეოტექნიკური ლაბორატორიული კვლევების მონაცემების ურთიერთშეჯერებით. სიჩქარეების გამოსათვლელად ყველა პუნქტისათვის დადგინდა P და S ტიპი სტალღების შემოსვლის დროები.

სეისმოკაროტაჟის შედეგად მიღებული მასალებით განისაზღვრა გრძივი და განივი ტალღების სიჩქარეები და თვალსაჩინოებისათვის აიგო შესაბამისი დიაგრამები (იხ. ნახ. 7-10). ასევე, გრძივი და განივი ტალღების სიჩქარეების

მონაცემების მიხედვით, როგორც სეისმური პროფილირების შემთხვევაში, ასევე სეისმოკაროტაჟის შემთხვევაშიც გამოთვლილ იქნა ზემოთ აღწერილი ფიზიკური პარამეტრები (ცხრილი 6-9).

4. კვლევის შედეგები

სეისმოპროფილირება. გატარდა 5 სეისმური პროფილი 30 მ სიღრმემდე ინფორმაციის მიღებით 46 მ სიგრძის, მთლიანობაში 230 მ (ნახ.1). გეოფიზიკური პარამეტრების მნიშვნელობების მიხედვით ყველა სეისმურ პროფილზე გამოყოფილია სამი ძირითადი ფენი, რომელთაგანაც:

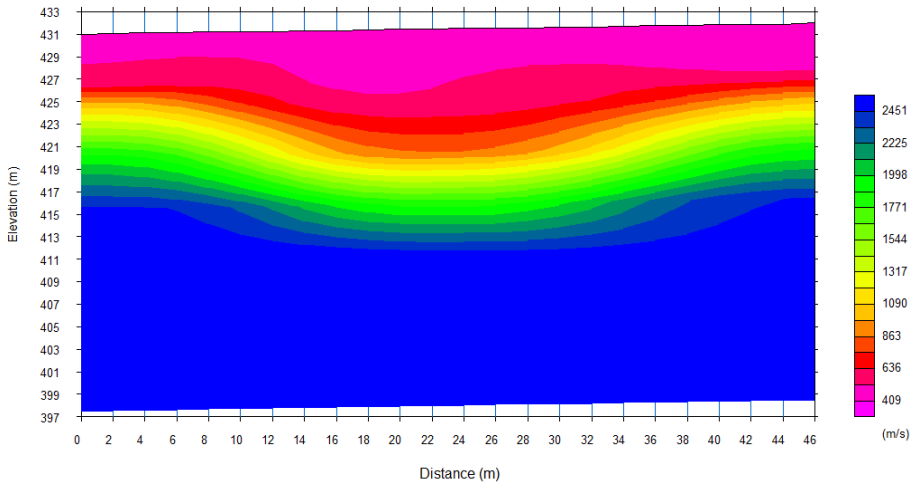
ფენი1 – ზედაპირული ფენი, ნაყარი, სამშენებლო ნარჩენებისა და თიხოვანი გრუნტის ნარევი, დრეკადი ტალღების სიჩქარეების დიაპაზონებით:V_p= 290-800მ/წმ, V_S=150-240მ/წმ;

ფენი2 – ძირითადი ქანი, არგილიტებისა და თიხოვანი ქვიშაქვების მორიგეობა, დანაპრალიანებული, გამოფიტული, დრეკადი ტალღების სიჩქარეების დიაპაზონებით: V_p=660-2000 მ/წმ, V_S=500-610 მ/წმ;

ფენი3 – ძირითადი ქანი, არგილიტებისა და თიხოვანი ქვიშაქვების მორიგეობა, ნაკლებად გამოფიტული, დრეკადი ტალღების სიჩქარეების დიაპაზონებით:V_p= 1520-2450 მ/წმ, V_S=780-1350 მ/წმ;

მიღებული სეისმური ჭრილები ასახულია ნახ. 2-6-ზე, ხოლო შესაბამისი ფიზიკურ-მექანიკური პარამეტრები მოყვანილია ცხრილებში 1-5.

სეისმური პროფილი #1:

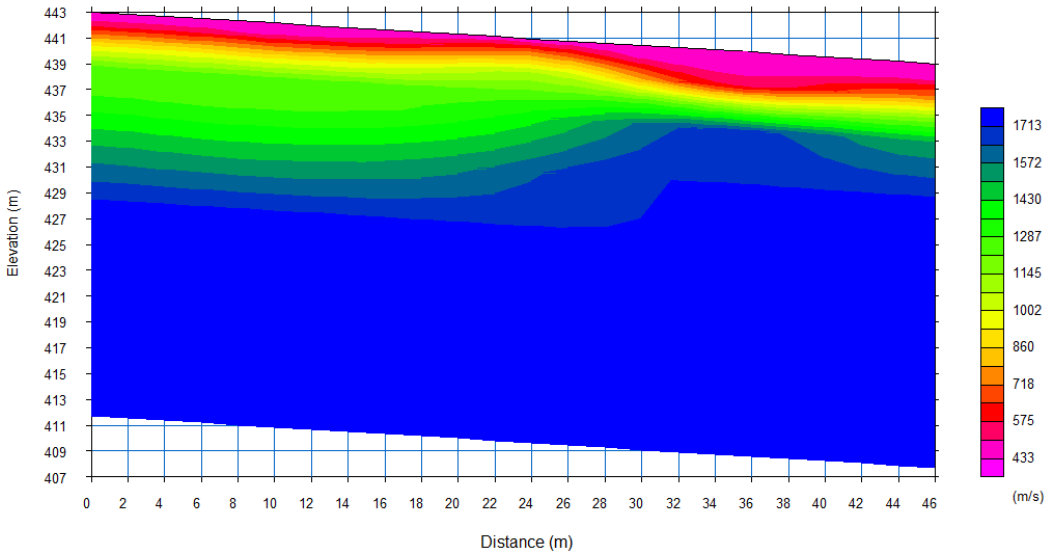


ნახ.2. სეისმური ჭრილი #1.

ცხრილი 1. ფიზიკურ-მექანიკური პარამეტრების მნიშვნელობები პროფილი #1-თვის.

ფენის N	პარამეტრი	პარამეტრის აღწერა	მნიშვნელობები	სიღრმე, მ
1	Vp m/sec	გრძივი ტალღის სიჩქარე	500	9
	Vs m/sec	განივი ტალღის სიჩქარე	230	
	Vs/Vp	სიჩქარეების თანაფარდობა	0.46	
	ρ gr/cm^3	სიმკვრივე	1.52	
	μ	პუასონის კოეფიციენტი	0.37	
	Ed Mpa	იუნგის დინამიური მოდული	220	
	Gd MPa	ძვრის დინამიური მოდული	81	
	Kd Mpa	ყოველმხრივი კუმშვის დინამიური მოდული	2732.64	
	D Mpa	საერთო დეფორმაციის მოდული	3.30	
	τ Mpa	სიმტკიცის ზღვარი კუმშვაზე	-	
2	Vp m/sec	გრძივი ტალღის სიჩქარე	1550	6
	Vs m/sec	განივი ტალღის სიჩქარე	590	
	Vs/Vp	სიჩქარეების თანაფარდობა	0.38	
	ρ gr/cm^3	სიმკვრივე	2.02	
	μ	პუასონის კოეფიციენტი	0.42	
	Ed Mpa	იუნგის დინამიური მოდული	1990	
	Gd MPa	ძვრის დინამიური მოდული	703	
	Kd Mpa	ყოველმხრივი კუმშვის დინამიური მოდული	39162.89	
	D Mpa	საერთო დეფორმაციის მოდული	104.83	
	τ Mpa	სიმტკიცის ზღვარი კუმშვაზე	1.15	
3	Vp m/sec	გრძივი ტალღის სიჩქარე	2450	15
	Vs m/sec	განივი ტალღის სიჩქარე	1350	
	Vs/Vp	სიჩქარეების თანაფარდობა	0.55	
	ρ gr/cm^3	სიმკვრივე	2.27	
	μ	პუასონის კოეფიციენტი	0.28	
	Ed Mpa	იუნგის დინამიური მოდული	10590	
	Gd MPa	ძვრის დინამიური მოდული	4129	
	Kd Mpa	ყოველმხრივი კუმშვის დინამიური მოდული	80931.88	
	D Mpa	საერთო დეფორმაციის მოდული	1449.14	
	τ Mpa	სიმტკიცის ზღვარი კუმშვაზე	6.77	
Vs30, m/sec		განივი ტალღის საშუალო სიჩქარე 30 მ სიღრმემდე	497	

სეისმური პროფილი #2:



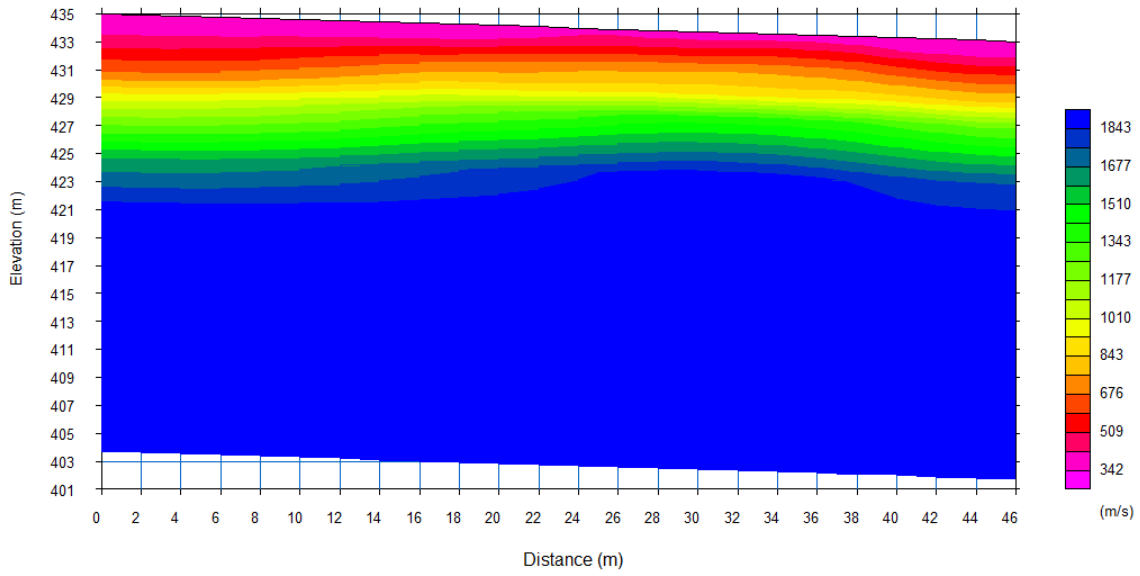
ნახ. 3. სეისმური ჭრილი #2.

ცხრილი 2. ფიზიკურ-მექანიკური პარამეტრების მნიშვნელობები პროფილი #2-თვის.

ფენის N	პარამეტრი	პარამეტრის აღწერა	მნიშვნელობები	სიღრმე, მ
1	Vp m/sec	გრძივი ტალღის სიჩქარე	530	2.5
	Vs m/sec	განივი ტალღის სიჩქარე	210	
	Vs/Vp	სიჩქარეების თანაფარდობა	0.40	
	ρ gr/cm^3	სიმკვრივე	1.54	
	μ	პუასონის კოეფიციენტი	0.41	
	Ed Mpa	იუნგის დინამიური მოდული	190	
	Gd MPa	ძვრის დინამიური მოდული	68	
	Kd Mpa	ყოველმხრივი კუმშვის დინამიური მოდული	3431.42	
	D Mpa	საერთო დეფორმაციის მოდული	2.62	
	τ Mpa	სიმტკიცის ზღვარი კუმშვაზე	-	
2	Vp m/sec	გრძივი ტალღის სიჩქარე	1280	7
	Vs m/sec	განივი ტალღის სიჩქარე	610	
	Vs/Vp	სიჩქარეების თანაფარდობა	0.48	
	ρ gr/cm^3	სიმკვრივე	1.93	
	μ	პუასონისკ ოეფიციენტი	0.35	
	Ed Mpa	იუნგის დინამიური მოდული	1940	
	Gd MPa	ძვრის დინამიური მოდული	717	
	Kd Mpa	ყოველმხრივი კუმშვის დინამიური მოდული	22000.16	
	D Mpa	საერთო დეფორმაციის მოდული	100.72	
	τ Mpa	სიმტკიცის ზღვარი კუმშვაზე	1.17	

3	Vp m/sec	გრძივი ტალღის სიჩქარე	1710	20.5
	Vs m/sec	განივი ტალღის სიჩქარე	860	
	Vs/Vp	სიჩქარეების თანაფარდობა	0.50	
	ρ gr/cm^3	სიმკვრივე	2.07	
	μ	პუასონის კოეფიციენტი	0.33	
	Ed Mpa	იუნგის დინამიური მოდული	4080	
	Gd MPa	ძვრის დინამიური მოდული	1531	
	Kd Mpa	ყოველმხრივი კუმშვის დინამიური მოდული	40128.34	
	D Mpa	საერთო დეფორმაციის მოდული	323.85	
	τ Mpa	სიმტკიცის ზღვარი კუმშვაზე	2.51	
Vs30, m/sec		განივი ტალღის საშუალო სიჩქარე 30 მ სიღრმემდე	635	

სეისმური პროფილი #3:



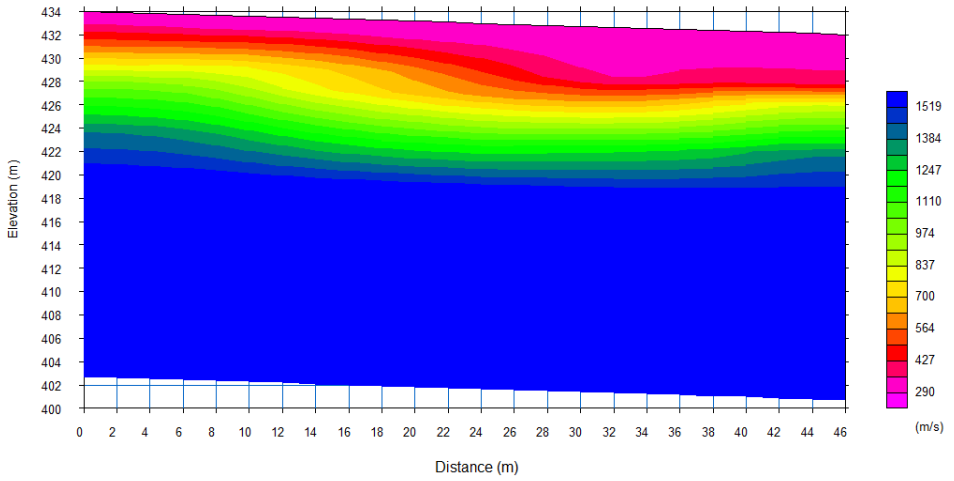
ნახ.4. სეისმური ჭრილი #3.

ცხრილი 3. ფიზიკურ-მექანიკური პარამეტრების მნიშვნელობები პროფილი #3-თვის.

ფენის N	პარამეტრი	პარამეტრის აღწერა	მნიშვნელობები	სიღრმე, მ
1	Vp m/sec	გრძივი ტალღის სიჩქარე	490	3
	Vs m/sec	განივი ტალღის სიჩქარე	190	
	Vs/Vp	სიჩქარეების თანაფარდობა	0.39	
	ρ gr/cm^3	სიმკვრივე	1.51	
	μ	პუასონის კოეფიციენტი	0.41	
	Ed Mpa	იუნგის დინამიური მოდული	150	
	Gd MPa	ძვრის დინამიური მოდული	55	

	Kd Mpa	ყოველმხრივი კუმშვის დინამიური მოდული	2908.24	
	D Mpa	საერთო დეფორმაციის მოდული	1.81	
	τ Mpa	სიმტკიცის ზღვარი კუმშვაზე	-	
2	Vp m/sec	გრძივი ტალღის სიჩქარე	1090	6
	Vs m/sec	განივი ტალღის სიჩქარე	510	
	Vs/Vp	სიჩქარეების თანაფარდობა	0.47	
	ρ gr/cm^3	სიმკვრივე	1.85	
	μ	პუასონის კოეფიციენტი	0.36	
	Ed Mpa	იუნგის დინამიური მოდული	1310	
	Gd MPa	ძვრის დინამიური მოდული	481	
	Kd Mpa	ყოველმხრივი კუმშვის დინამიური მოდული	15565.51	
	D Mpa	საერთო დეფორმაციის მოდული	54.35	
	τ Mpa	სიმტკიცის ზღვარი კუმშვაზე	0.79	
3	Vp m/sec	გრძივი ტალღის სიჩქარე	1840	21
	Vs m/sec	განივი ტალღის სიჩქარე	950	
	Vs/Vp	სიჩქარეების თანაფარდობა	0.52	
	ρ gr/cm^3	სიმკვრივე	2.11	
	μ	პუასონის კოეფიციენტი	0.32	
	Ed Mpa	იუნგის დინამიური მოდული	5020	
	Gd MPa	ძვრის დინამიური მოდული	1903	
	Kd Mpa	ყოველმხრივი კუმშვის დინამიური მოდული	46022.28	
	D Mpa	საერთო დეფორმაციის მოდული	448.54	
	τ Mpa	სიმტკიცის ზღვარი კუმშვაზე	3.12	
Vs30, m/sec		განივი ტალღის საშუალო სიჩქარე 30 მ სიღრმემდე	604	

სეისმური პროფილი #4:

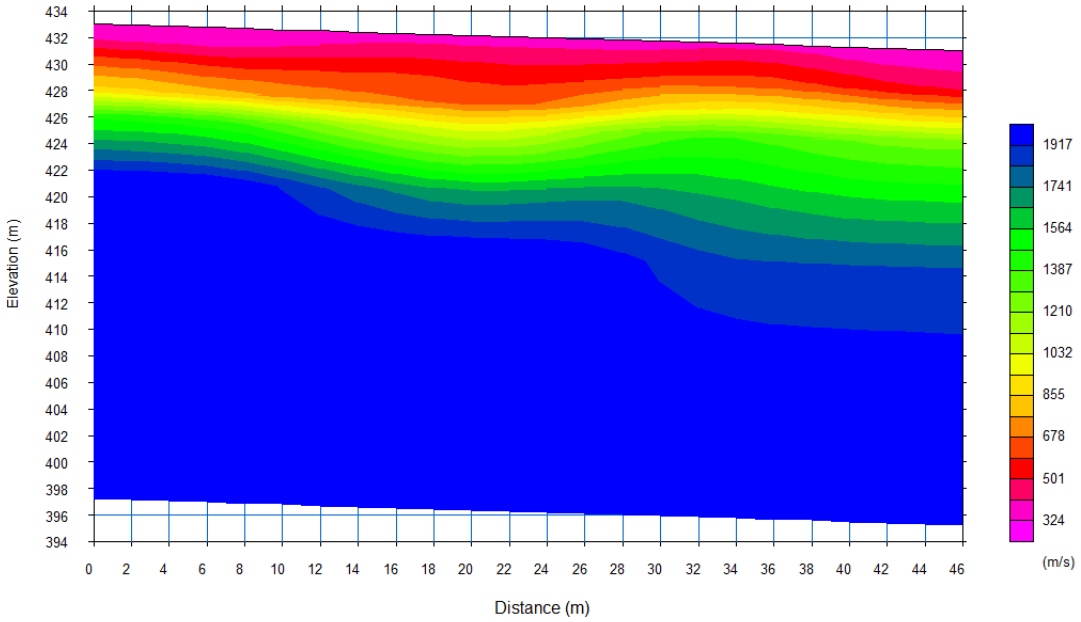


ნახ.5. სეისმური ჭრილი #4.

ცხრილი 4. ფიზიკურ-მექანიკური პარამეტრების მნიშვნელობებიპროფილი #4-თვის.

ფენის N	პარამეტრი	პარამეტრის აღწერა	მნიშვნელობები	სიღრმე, მ
1	Vp m/sec	გრძივი ტალღის სიჩქარე	390	6
	Vs m/sec	განივი ტალღის სიჩქარე	150	
	Vs/Vp	სიჩქარეების თანაფარდობა	0.38	
	ρ gr/cm^3	სიმკვრივე	1.43	
	μ	პუასონის კოეფიციენტი	0.41	
	Ed Mpa	იუნგის დინამიური მოდული	90	
	Gd MPa	ძვრის დინამიური მოდული	32	
	Kd Mpa	ყოველმხრივი კუმშვის დინამიური მოდული	1747.18	
	D Mpa	საერთო დეფორმაციის მოდული	0.81	
	τ Mpa	სიმტკიცის ზღვარი კუმშვაზე	-	
2	Vp m/sec	გრძივი ტალღის სიჩქარე	1070	7
	Vs m/sec	განივი ტალღის სიჩქარე	500	
	Vs/Vp	სიჩქარეების თანაფარდობა	0.47	
	ρ gr/cm^3	სიმკვრივე	1.84	
	μ	პუასონის კოეფიციენტი	0.36	
	Ed Mpa	იუნგის დინამიური მოდული	1250	
	Gd MPa	ძვრის დინამიური მოდული	460	
	Kd Mpa	ყოველმხრივი კუმშვის დინამიური მოდული	14946.04	
	D Mpa	საერთო დეფორმაციის მოდული	50.49	
	τ Mpa	სიმტკიცის ზღვარი კუმშვაზე	0.75	
3	Vp m/sec	გრძივი ტალღის სიჩქარე	1520	17
	Vs m/sec	განივი ტალღის სიჩქარე	780	
	Vs/Vp	სიჩქარეების თანაფარდობა	0.51	
	ρ gr/cm^3	სიმკვრივე	2.01	
	μ	პუასონის კოეფიციენტი	0.32	
	Ed Mpa	იუნგის დინამიური მოდული	3230	
	Gd MPa	ძვრის დინამიური მოდული	1223	
	Kd Mpa	ყოველმხრივი კუმშვის დინამიური მოდული	30142.30	
	D Mpa	საერთო დეფორმაციის მოდული	224.37	
	τ Mpa	სიმტკიცის ზღვარი კუმშვაზე	2.01	
Vs30, m/sec		განივი ტალღის საშუალო სიჩქარე 30 მ სიღრმემდე	396	

სეისმური პროფილი #5:



ნახ. 6. სეისმური ჭრილი #5.

ცხრილი 5. ფიზიკურ-მექანიკური პარამეტრების მნიშვნელობებიპროფილი #5-თვის.

ფენის N	პარამეტრი	პარამეტრის აღწერა	მნიშვნელობები	სიღრმე, მ
1	Vp m/sec	გრძივი ტალღის სიჩქარე	450	6
	Vs m/sec	განივი ტალღის სიჩქარე	170	
	Vs/Vp	სიჩქარეების თანაფარდობა	0.38	
	ρ gr/cm^3	სიმკვრივე	1.48	
	μ	პუასონის კოეფიციენტი	0.42	
	Ed Mpa	იუნგის დინამიური მოდული	120	
	Gd MPa	ძვრის დინამიური მოდული	43	
	Kd Mpa	ყოველმხრივი კუმშვის დინამიური მოდული	2431.73	
	D Mpa	საერთო დეფორმაციის მოდული	1.27	
	τ Mpa	სიმტკიცის ზღვარი კუმშვაზე	-	
2	Vp m/sec	გრძივი ტალღის სიჩქარე	1120	9
	Vs m/sec	განივი ტალღის სიჩქარე	530	
	Vs/Vp	სიჩქარეების თანაფარდობა	0.47	
	ρ gr/cm^3	სიმკვრივე	1.86	
	μ	პუასონის კოეფიციენტი	0.36	
	Ed Mpa	იუნგის დინამიური მოდული	1420	
	Gd MPa	ძვრის დინამიური მოდული	523	
	Kd Mpa	ყოველმხრივი კუმშვის დინამიური მოდული	16389.94	
	D Mpa	საერთო დეფორმაციის მოდული	61.69	

	τ Mpa	სიმტკიცის ზღვარი კუმშვაზე	0.86	
3	Vp m/sec	გრძივი ტალღის სიჩქარე	1920	15
	Vs m/sec	განივი ტალღის სიჩქარე	980	
	Vs/Vp	სიჩქარეების თანაფარდობა	0.51	
	ρ gr/cm^3	სიმკვრივე	2.13	
	μ	პუასონის კოეფიციენტი	0.32	
	Ed Mpa	იუნგის დინამიური მოდული	5420	
	Gd MPa	ძვრის დინამიური მოდული	2047	
	Kd Mpa	ყოველმხრივი კუმშვის დინამიური მოდული	51280.56	
	D Mpa	საერთო დეფორმაციის მოდული	505.96	
	τ Mpa	სიმტკიცის ზღვარი კუმშვაზე	3.36	
Vs30, m/sec		განივი ტალღის საშუალო სიჩქარე 30 მ სიღრმემდე	444	

სეისმური კაროტაჟი ჩატარდა 4 ჭაბურღილში (ნახ.1, ВН 1,5,7,8). გეოფიზიკური პარამეტრების მნიშვნელობების მიხედვით ჭაბურღილებში გამოყოფილია სამი ძირითადი ფენი, რომელთაგანაც:

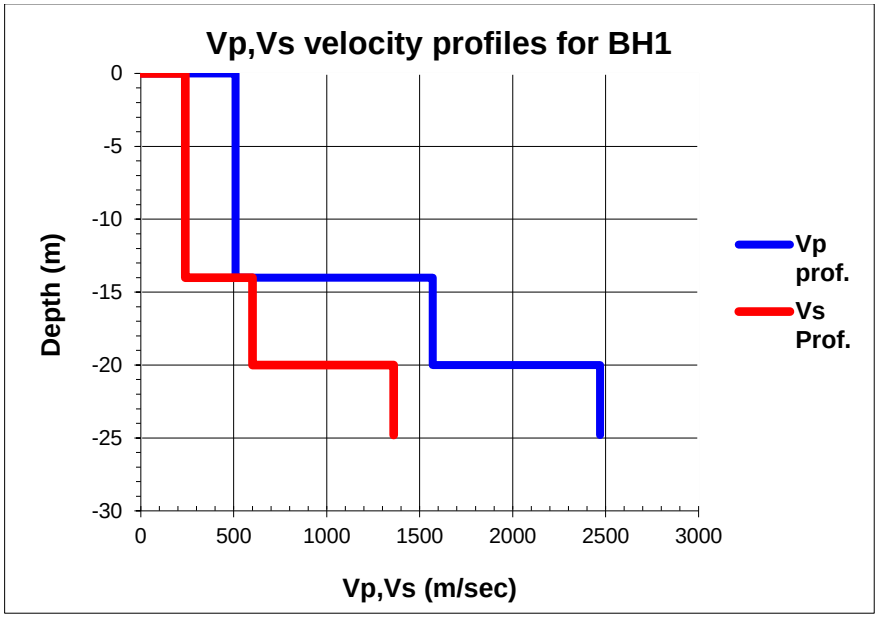
ფენი1 – ზედაპირული ფენი, ნაყარი, სამშენებლო ნარჩენებისა და თიხოვანი გრუნტის ნარევი, დრეკადი ტალღების სიჩქარეების დიაპაზონებით:V_p= 400-510მ/წმ, V_s=160-240მ/წმ;

ფენი2 – ძირითადი ქანი, არგილიტებისა და თიხოვანი ქვიშაქვების მორიგეობა, დანაპრალიანებული, გამოფიტული, დრეკადი ტალღების სიჩქარეების დიაპაზონებით:V_p= 1080-1570მ/წმ, V_s=500-600მ/წმ;

ფენი3 – ძირითადი ქანი, არგილიტებისა და თიხოვანი ქვიშაქვების მორიგეობა, ნაკლებად გამოფიტული, დრეკადი ტალღების სიჩქარეების დიაპაზონებით:V_p= 1540-2470მ/წმ, V_s=800-1360მ/წმ;

მიღებული სეისმური ჭრილები ასახულია ნახ.7-10-ზე, ხოლო შესაბამისი ფიზიკურ-მექანიკური პარამეტრები მოყვანილია ცხრილებში 6-9.

ჭაბურღილი BH1:



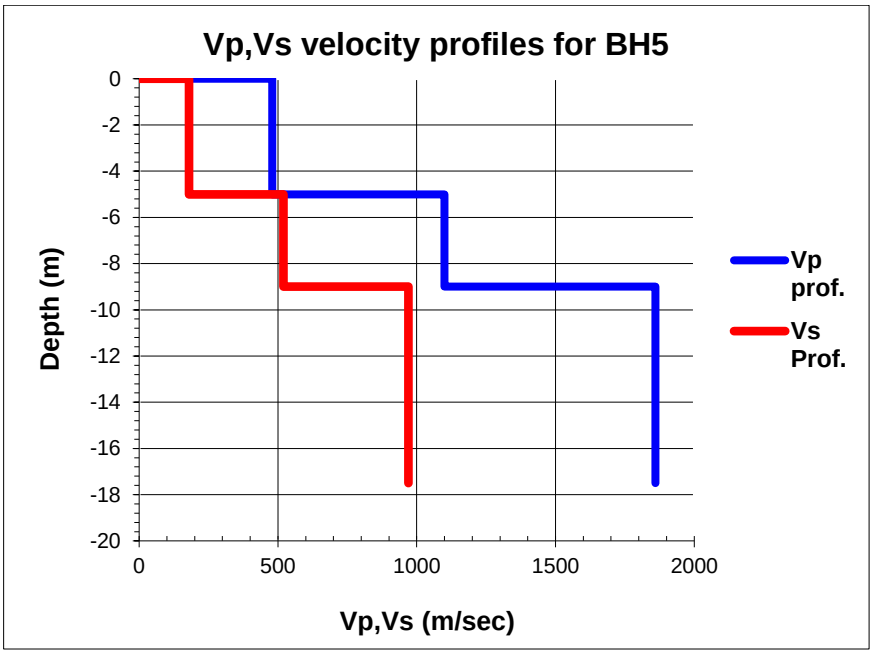
ნახ. 7. გრძივი და განივი ტალღების სიჩქარეების განაწილება ჭაბურღილში BH1.

ცხრილი 6. ფიზიკურ-მექანიკური პარამეტრების მნიშვნელობები ჭაბურღილში BH1.

ფენის N	პარამეტრი	პარამეტრის აღწერა	მნიშვნელობები
1	Vp m/sec	გრძივი ტალღის სიჩქარე	510
	Vs m/sec	განივი ტალღის სიჩქარე	240
	Vs/Vp	სიჩქარეების თანაფარდობა	0.47
	ρ gr/cm^3	სიმკვრივე	1.53
	μ	პუასონის კოეფიციენტი	0.36
	Ed Mpa	იუნგის დინამიური მოდული	240
	Gd MPa	ძვრის დინამიური მოდული	88
	Kd Mpa	ყოველმხრივი კუმშვის დინამიური მოდული	2804.86
	D Mpa	საერთო დეფორმაციის მოდული	3.78
	τ Mpa	სიმტკიცის ზღვარი კუმშვაზე	-
2	Vp m/sec	გრძივი ტალღის სიჩქარე	1570
	Vs m/sec	განივი ტალღის სიჩქარე	600
	Vs/Vp	სიჩქარეების თანაფარდობა	0.38
	ρ gr/cm^3	სიმკვრივე	2.03
	μ	პუასონის კოეფიციენტი	0.41
	Ed Mpa	იუნგის დინამიური მოდული	2060
	Gd MPa	ძვრის დინამიური მოდული	730
	Kd Mpa	ყოველმხრივი კუმშვის დინამიური მოდული	40231.80
	D Mpa	საერთო დეფორმაციის მოდული	110.68

	τ Mpa	სიმტკიცის ზღვარი კუმშვაზე	1.20
3	Vp m/sec	გრძივი ტალღის სიჩქარე	2470
	Vs m/sec	განივი ტალღის სიჩქარე	1360
	Vs/Vp	სიჩქარეების თანაფარდობა	0.55
	ρ gr/cm^3	სიმკვრივე	2.27
	μ	პუასონის კოეფიციენტი	0.28
	Ed Mpa	იუნგის დინამიური მოდული	10770
	Gd MPa	ძვრის დინამიური მოდული	4199
	Kd Mpa	ყოველმხრივი კუმშვის დინამიური მოდული	82510.01
	D Mpa	საერთო დეფორმაციის მოდული	1488.03
	τ Mpa	სიმტკიცის ზღვარი კუმშვაზე	6.88

ჭაბურღილი BH5:



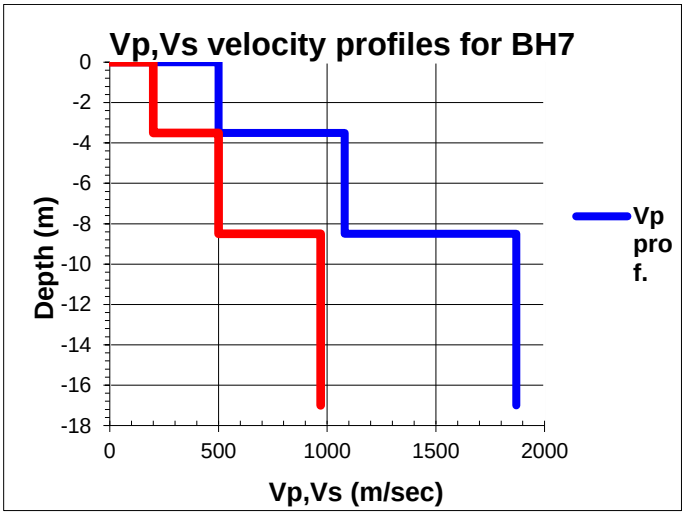
ნახ. 8. გრძივი და განივი ტალღების სიჩქარეების განაწილება ჭაბურღილში BH5.

ცხრილი 7. ფიზიკურ-მექანიკური პარამეტრების მნიშვნელობები ჭაბურღილში BH5.

ფენის N	პარამეტრი	პარამეტრის აღწერა	მნიშვნელობები
1	Vp m/sec	გრძივი ტალღის სიჩქარე	480
	Vs m/sec	განივი ტალღის სიჩქარე	180
	Vs/Vp	სიჩქარეების თანაფარდობა	0.38
	ρ gr/cm^3	სიმკვრივე	1.51
	μ	პუასონის კოეფიციენტი	0.42
	Ed Mpa	იუნგის დინამიური მოდული	140
	Gd MPa	ძვრის დინამიური მოდული	49

	Kd Mpa	ყოველმხრივი კუმშვის დინამიური მოდული	2821.45
	D Mpa	საერთო დეფორმაციის მოდული	1.62
	τ Mpa	სიმტკიცის ზღვარი კუმშვაზე	-
2	Vp m/sec	გრძივი ტალღის სიჩქარე	1100
	Vs m/sec	განივი ტალღის სიჩქარე	520
	Vs/Vp	სიჩქარეების თანაფარდობა	0.47
	ρ gr/cm^3	სიმკვრივე	1.85
	μ	პუასონის კოეფიციენტი	0.36
	Ed Mpa	იუნგის დინამიური მოდული	1360
	Gd MPa	ძვრის დინამიური მოდული	501
	Kd Mpa	ყოველმხრივი კუმშვის დინამიური მოდული	15752.53
	D Mpa	საერთო დეფორმაციის მოდული	57.65
	τ Mpa	სიმტკიცის ზღვარი კუმშვაზე	0.82
3	Vp m/sec	გრძივი ტალღის სიჩქარე	1860
	Vs m/sec	განივი ტალღის სიჩქარე	970
	Vs/Vp	სიჩქარეების თანაფარდობა	0.52
	ρ gr/cm^3	სიმკვრივე	2.11
	μ	პუასონის კოეფიციენტი	0.31
	Ed Mpa	იუნგის დინამიური მოდული	5230
	Gd MPa	ძვრის დინამიური მოდული	1990
	Kd Mpa	ყოველმხრივი კუმშვის დინამიური მოდული	46628.97
	D Mpa	საერთო დეფორმაციის მოდული	478.37
	τ Mpa	სიმტკიცის ზღვარი კუმშვაზე	3.26

ჭაბურღილი BH7:

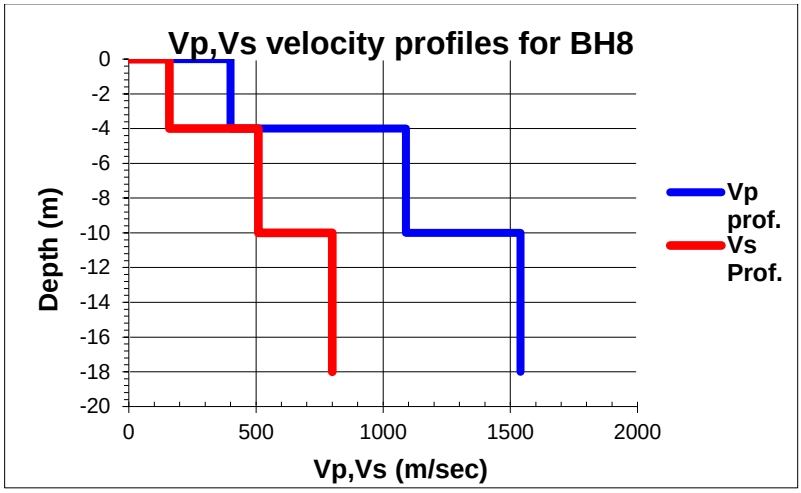


ნახ. 9. გრძივი და განივი ტალღების სიჩქარეების განაწილება ჭაბურღილში BH7.

ცხრილი 8. ფიზიკურ-მექანიკური პარამეტრების მნიშვნელობები ჭაბურღილში BH7.

ფენის N	პარამეტრი	პარამეტრისაღწერა	მნიშვნელობები
1	Vp m/sec	გრძივი ტალღის სიჩქარე	500
	Vs m/sec	განივი ტალღის სიჩქარე	200
	Vs/Vp	სიჩქარეების თანაფარდობა	0.40
	ρ gr/cm^3	სიმკვრივე	1.52
	μ	პუასონის კოეფიციენტი	0.40
	Ed Mpa	იუნგის დინამიური მოდული	170
	Gd Mpa	ძვრის დინამიური მოდული	61
	Kd Mpa	ყოველმხრივი კუმშვის დინამიური მოდული	2994.53
	D Mpa	საერთო დეფორმაციის მოდული	2.20
	τ Mpa	სიმტკიცის ზღვარი კუმშვაზე	-
2	Vp m/sec	გრძივი ტალღის სიჩქარე	1080
	Vs m/sec	განივი ტალღის სიჩქარე	500
	Vs/Vp	სიჩქარეების თანაფარდობა	0.46
	ρ gr/cm^3	სიმკვრივე	1.85
	μ	პუასონის კოეფიციენტი	0.36
	Ed Mpa	იუნგის დინამიური მოდული	1260
	Gd Mpa	ძვრის დინამიური მოდული	461
	Kd Mpa	ყოველმხრივი კუმშვის დინამიური მოდული	15377.71
	D Mpa	საერთო დეფორმაციის მოდული	51.13
	τ Mpa	სიმტკიცის ზღვარი კუმშვაზე	0.76
3	Vp m/sec	გრძივიტალღისსიჩქარე	1870
	Vs m/sec	განივიტალღისსიჩქარე	970
	Vs/Vp	სიჩქარეებისთანაფარდობა	0.52
	ρ gr/cm^3	სიმკვრივე	2.12
	μ	პუასონისკოეფიციენტი	0.32
	Ed Mpa	იუნგისდინამიურიმოდული	5240
	Gd Mpa	ძვრისდინამიურიმოდული	1992
	Kd Mpa	ყოველმხრივიკუმშვისდინამიურიმოდული	47481.33
	D Mpa	საერთოდეფორმაციისმოდული	479.81
	τ Mpa	სიმტკიცისზღვარიკუმშვაზე	3.27

ჭაბურღილი BH8:



ნახ. 10. გრძივი და განივი ტალღების სიჩქარეების განაწილება ჭაბურღილში BH8.

ცხრილი 9. ფიზიკურ-მექანიკურიპარამეტრებისმნიშვნელობებიჭაბურღილშიBH8.

ფენის N	პარამეტრი	პარამეტრისაღწერა	მნიშვნელობები
1	Vp m/sec	გრძივი ტალღის სიჩქარე	400
	Vs m/sec	განივი ტალღის სიჩქარე	160
	Vs/Vp	სიჩქარეების თანაფარდობა	0.40
	ρ gr/cm^3	სიმკვრივე	1.44
	μ	პუასონის კოეფიციენტი	0.40
	Ed Mpa	იუნგის დინამიური მოდული	100
	Gd Mpa	ძვრის დინამიური მოდული	37
	Kd Mpa	ყოველმხრივი კუმშვის დინამიური მოდული	1812.51
	D Mpa	საერთო დეფორმაციის მოდული	0.95
	τ Mpa	სიმტკიცის ზღვარი კუმშვაზე	-
2	Vp m/sec	გრძივი ტალღის სიჩქარე	1090
	Vs m/sec	განივი ტალღის სიჩქარე	510
	Vs/Vp	სიჩქარეების თანაფარდობა	0.47
	ρ gr/cm^3	სიმკვრივე	1.85
	μ	პუასონის კოეფიციენტი	0.36
	Ed Mpa	იუნგის დინამიური მოდული	1310
	Gd Mpa	ძვრის დინამიური მოდული	481
	Kd Mpa	ყოველმხრივი კუმშვის დინამიური მოდული	15565.51
	D Mpa	საერთო დეფორმაციის მოდული	54.35
	τ Mpa	სიმტკიცის ზღვარი კუმშვაზე	0.79
3	Vp m/sec	გრძივი ტალღის სიჩქარე	1540
	Vs m/sec	განივი ტალღის სიჩქარე	800

	Vs/Vp	სიჩქარეების თანაფარდობა	0.52
	ρ gr/cm^3	სიმკვრივე	2.02
	μ	პუასონის კოეფიციენტი	0.32
	Ed Mpa	იუნგის დინამიური მოდული	3400
	Gd Mpa	ძვრის დინამიური მოდული	1291
	Kd Mpa	ყოველმხრივი კუმშვის დინამიური მოდული	30625.56
	D Mpa	საერთო დეფორმაციის მოდული	243.19
	τ Mpa	სიმტკიცის ზღვარი კუმშვაზე	2.12

უნდა აღინიშნოს, რომ სეისმური პროფილირების, სეისმური კაროტაჟისა და გეოლოგიური კვლევის შედეგები კარგ შესაბამისობაშია ერთმანეთთან.

5. გრუნტის კატეგორიის შეფასება

გეოფიზიკური კვლევების საფუძველზე განივი ტალღების საშუალო სიჩქარეების მიხედვით გრუნტის ზედა 30მ ფენში (Vs30, რომლისთვისაც მთლიანად სამშენებლო უბნისთვის მიღებული იქნა გასაშუალოებული მნიშვნელობა 515 მ/წმ) განისაზღვრა გრუნტის კატეგორიები როგორც, საქართველოში მოქმედი ნორმების მიხედვით (Georgian building code, 2009), ასევე საერთაშორისო ნორმების მიხედვითაც (IBC 2006, Eurocode 8, ASCE 7). უნდა აღინიშნოს, რომ საქართველოში მოქმედი ნორმებით თითოეული პროფილის უბანი შეესაბამება გრუნტის II კატეგორიას, ხოლო საერთაშორისო ნორმების მიხედვით განისაზღვრა შემდეგნაირად: Eurocode 8 – B კლასი, IBC 2006 და ASCE 7 – C კლასი.

6. დასკვნები

საკვლევ უბანზე ჩატარდა სეისმური პროფილირება გარდატეხილი ტალღების მეთოდით.

გატარდა 5 სეისმური პროფილი 30 მ სიღრმემდე ინფორმაციის მიღებით 46 მ სიგრძის, მთლიანობაში 230 მ (ნახ.1). ასევე, ჩატარდა სეისმური კაროტაჟი 4 ჭაბურღილში (ნახ.1, BH 1, 5, 7, 8).

გეოფიზიკური პარამეტრების მნიშვნელობების მიხედვით, როგორც ყველა სეისმურ პროფილზე, ასევე ჭაბურღილებში, სეისმური კაროტაჟის შედეგად გამოყოფილია სამი ძირითადი ფენი, რომელთაგანაც:

- **ფენი1** – ზედაპირული ფენი, ნაყარი, სამშენებლო ნარჩენებისა და თიხოვანი გრუნტის ნარევი, დრეკადი ტალღების სიჩქარეების დიაპაზონებით:V_p= 290-800მ/წმ, V_S=150-240მ/წმ;
- **ფენი2** – ძირითადი ქანი, არგილიტებისა და თიხოვანი ქვიშაქვების მორიგეობა, დანაპრალიანებული, გამოფიტული, დრეკადი ტალღების სიჩქარეების დიაპაზონებით:V_p=660-2000 მ/წმ, V_S=500-610 მ/წმ;
- **ფენი3** – ძირითადი ქანი, არგილიტებისა და თიხოვანი ქვიშაქვების მორიგეობა, ნაკლებად გამოფიტული, დრეკადი ტალღების სიჩქარეების დიაპაზონებით:V_p= 1520-2470 მ/წმ, V_S=780-1360 მ/წმ;

უნდა აღინიშნოს, რომ სეისმური პროფილირების, სეისმური კაროტაჟისა და გეოლოგიური კვლევის შედეგები კარგ შესაბამისობაშია ერთმანეთთან.

გეოფიზიკური კვლევების საფუძველზე, განივი ტალღების საშუალო სიჩქარეების მიხედვით, გრუნტის ზედა 30მ ფენში (Vs30, რომელიც მთლიანად სამშენებლო უბნისთვის მიღებული იქნა გასაშუალოებული მნიშვნელობა 515 მ/წმ) განისაზღვრა გრუნტის კატეგორიები, როგორც საქართველოში მოქმედი ნორმების მიხედვით, ასევე საერთაშორისო ნორმების მიხედვით (Eurocode8, IBC2006, ASCE7). უნდა აღინიშნოს, რომ საქართველოში მოქმედი ნორმების მიხედვით თითოეული პროფილის უბანზე შეესაბამება გრუნტის II კატეგორიას, ხოლო საერთაშორისო ნორმების მიხედვით განისაზღვრა შემდეგნაირად: Eurocode8 – B კლასი, IBC2006 და ASCE7 – C კლასი.

7. ლიტერატურა

Georgian building code. 2009. Earthquake Engineering PN 01.01-09, Georgian Ministry of Economic Development, Tbilisi, Georgia.

IBC. 2006. International Building Code. International code council, 664 p.

Eurocode 8. 2004. Design of structures for earthquake resistance. Grund conditions and seismic action. CEN, Brussels, pp. 33-35.

ASCE 7. 1998. Minimum design loads for buildings and other structures. American Society of Civil Engineers, 376 p.